A. Barot

LEÇONS DE CHOSES

2me Année préparatoire
des Lycées et Collèges.



LECONS DE CHOSES

DEUXIÈME ANNÉE PRÉPARATOIRE

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

OUVRAGES CONFORMES AUX DERNIERS PROGRAMMES (31 MAI 1902)
Par A. BAROT.

PREMIÈRE ANNÉE PRÉPARATOIRE. — **Leçons de choses.** 1 vol. in-12, avec 234 grav., cart. à l'anglaise . . . . 2 fr.

HUITIÈME. — **Leçons de choses.** 1 vol. in-12, avec 385 grav., cart. à l'anglaise. . . . . 2 fr.

SEPTIÈME. — **Leçons de choses.** 1 vol. in-12, avec 197 grav., cart. à l'anglaise . . . . 2 fr.

AUTRES OUVRAGES DE A. BAROT

Éléments usuels des sciences physiques et naturelles, à l'usage des écoles primaires. Nouv. édit. (LAROUSSE, édit.). 1 fr. 25

Notions élémentaires d'agriculture et d'horticulture, à l'usage des écoles primaires (DELAGRAVE, édit.) :
COURS ÉLÉMENTAIRE. Nouv. édit., 0 fr. 90. — COURS MOYEN ET SUPÉRIEUR, 1 fr. 50.

Clef de la Botanique. Nouvelle édition. . . . . 1 fr.

L'Ortie, illustré. Nouv. édit. (JEANDÉ, édit.) . . . . 0 fr. 20

L'Ortie. Sa valeur alimentaire, fourragère, textile, industrielle et économique. Sa culture en France et en Suède. 1 vol. in-12 (DELAGRAVE, édit.). . . . . 1 fr. 50

Le Livre des jeunes filles. Lectures à l'usage des écoles de jeunes filles (JEANDÉ, édit.) :
COURS ÉLÉMENTAIRE. **Jardinage et économie domestique.** 1 vol. in-12, avec grav. . . . . 1 fr. 20
COURS MOYEN ET SUPÉRIEUR :
1° **Qualité et rôle de la maîtresse de maison**, etc. 1 vol. in-12, avec grav. . . . . 0 fr. 60
2° **Hygiène et médecine domestiques**, etc. 1 vol. in-12. 0 fr. 60

Les plantes mellifères. 1 vol. in-12. . . . . 1 fr.

Nos Moutardes. *Leur rôle en agriculture.* 1 vol. in-12, avec grav. 1 fr.

Les Abeilles et l'Apiculture. 1 vol. in-12, avec grav. . 0 fr. 25

Le Photographe amateur. Manuel complet illustré. . 0 fr. 25

Grammaire générale de la langue italienne. 1 vol. in-8 de 760 pages. (E. ANDRÉ fils, édit.). . . . . 4 fr.

Abrégé de la grammaire italienne. 1 vol. in-8 de 465 pages. (E. ANDRÉ fils, édit.) . . . . 3 fr.

Recueil élémentaire de morceaux choisis. Lectures courantes à l'usage des classes préparatoires et élémentaires des lycées et collèges. 4 volumes illustrés. (HENRI PAULIN et Cie, édit.).

PREMIÈRE ANNÉE PRÉPARATOIRE. 1 vol. in-12, 5e édit., cart. 1 fr. 50
DEUXIÈME — — 1 vol. in-12, 5e — — 1 fr. 60
HUITIÈME. 1 vol. in-12, 4e édition, cartonné. . . . . 2 fr. 40
SEPTIÈME. 1 vol. in-12, 4e — — . . . . 2 fr. »

829-08. — Coulommiers. Imp. PAUL BRODARD. — P9-08.

LEÇONS DE CHOSES

Conformes aux programmes du 31 mai 1902

POUR LA

Deuxième Année préparatoire des Lycées et Collèges

PAR

A. BAROT

Professeur au lycée Montaigne.

Vol 1

HUITIÈME ÉDITION

Avec 115 gravures dans le texte

PARIS
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1909

PROGRAMME DU 31 MAI 1902

Combustibles. — Bois, charbon, briquette, coke; Résine, cire, chandelle, bougie; Huile à brûler, pétrole, alcool; Gaz d'éclairage (*notions sommaires*).

Métaux usuels, leurs aspects, leurs principaux usages. — Fer, étain, plomb, zinc, cuivre, laiton, bronze, argent, or; Monnaies.

Moyens de locomotion. — Routes, rivières, canaux, écluses, chemins de fer, voitures, bateaux, etc.

Divisions du temps. — Année, mois, jour, heure, minute; Manière de lire l'heure.

LEÇONS DE CHOSES

DEUXIÈME ANNÉE PRÉPARATOIRE

PREMIÈRE PARTIE

LES COMBUSTIBLES

Première leçon.

LE FEU. — LA CHEMINÉE. — LE POÊLE

Nos leçons de choses.

1. — Nous commençons aujourd'hui notre programme de « *Leçons de choses* ». Il ne semble pas très varié, puisqu'il ne comporte que les quatre divisions suivantes : « *Combustibles*, *Métaux usuels*, *Moyens de locomotion*, *Division du temps* ».

Il nous permettra cependant d'aborder l'étude de choses très diverses, qui vous porteront à observer, à réfléchir.

Dans la partie « *Combustibles* », nous serons appelés à parcourir de gigantesques entreprises et tous les domaines du chauffage et de l'éclairage.

Dans la partie « *Métaux usuels* », nous verrons toute une suite de travaux importants et de transformations de la matière.

Les « *Moyens de locomotion* » feront défiler devant nos yeux, au moins en imagination, tous les peuples de la terre, et tous les objets qui leur sont nécessaires.

La « *Division du temps* » vous fera réfléchir sur la rapidité de la vie, vous portera peut-être à bien profiter des années que vous passerez sur les bancs de la classe pour vous instruire afin de devenir des hommes utiles à la Patrie.

Le feu. Manière de l'allumer.

2. — Quand nous avons froid, nous désirons naturellement nous chauffer; pour cela, que faut-il?

Du *feu*, n'est-ce pas?

Pour avoir du feu, on emploie différentes matières, comme du bois, du charbon, etc., toutes matières désignées sous le nom de *combustibles*.

Mais comment s'y prend-on pour allumer du feu? Vous le savez.

Il suffit de frotter une allumette, qui s'enflamme aussitôt, et de la présenter à certains combustibles tels que du bois menu, de la paille, du papier, qui brûlent presque instantanément.

Voilà comment les choses se passent de nos jours; mais autrefois les hommes ne connaissaient pas les allumettes. Ils en étaient réduits à frapper l'un contre l'autre deux morceaux de silex, c'est-à-dire deux cailloux, ou à frotter deux morceaux de bois sec. Cette opération devait être longue et pénible; mais il n'y avait pas d'autre moyen de se procurer du feu.

Il y a encore aujourd'hui des sauvages qui n'en connaissent pas d'autre.

Ils creusent dans un bloc de bois un trou, dans lequel ils mettent un bâton pointu, qu'ils font tourner entre

leurs deux mains, ou à l'aide d'un archet (fig. 1), avec une grande rapidité : les parties qui subissent le frottement s'échauffent suffisamment pour enflammer une matière nommée *amadou*.

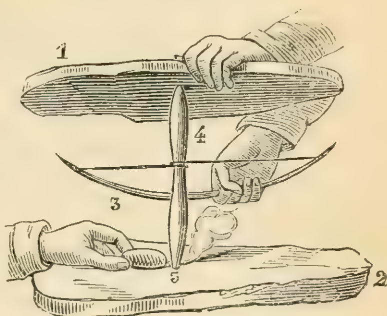
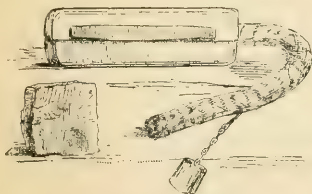


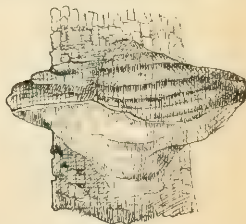
Fig. 1. — Moyen d'obtenir du feu par le frottement.

1, Planche d'appui ; — 2, planche de bois sec ; — 3, archet pour faire tourner avec rapidité le fuseau 4 dans le trou 5 près duquel est un morceau d'amadou.

Plus tard, on eut la *pierre à feu* ou *pierre à fusil*, qui est du silex. On la frappe à l'aide d'un petit instrument en *acier* appelé *briquet* (fig. 2). Le silex détache de fines parcelles d'acier, qui rougissent à la chaleur développée par le choc, et suffisent à enflammer de l'*amadou*, matière éminemment inflammable.

L'*amadou* est la partie charnue d'un champignon, le


Fig. 2. — Briquet.
La *pierre à feu* ou silex est à gauche.


Fig. 3. — Bolet amadouvier.

Bolet amadouvier (fig. 3), qui croît sur les vieux chênes. On divise cette matière en tranches minces, qu'on *bat* et qu'on *étire*, en les mouillant de temps en temps.

Ensuite on les foule et on les bat à sec. Enfin, on les fait bouillir dans une dissolution de *salpêtre*.

De quelque façon que nous nous procurions la chaleur, elle nous est d'un grand secours; mieux encore, d'une nécessité absolue. C'est la chaleur qui cuit nos aliments, qui fait marcher les trains sur les chemins de fer, les bateaux à vapeur sur les fleuves et sur les mers, et qui met en mouvement tout un monde de machines.

Si nous étions tout à coup privés du feu, nous serions les êtres les plus misérables de la création.

Les premiers habitants de la terre ne le connurent point et furent contraints à manger toute crue la chair des animaux dont ils se nourrissaient.

Ils en étaient aussi réduits à fabriquer des armes et des outils avec des pierres, du *silex* par exemple, car ils n'auraient pu retirer le fer et les autres métaux des minerais, quand même ils les eussent connus.

Puisque le feu nous est si utile, il est nécessaire de connaître tous ses bienfaits et les matières qui servent à l'obtenir, c'est-à-dire les *combustibles*, de même que les *allumettes*, surtout celles appelées *allumettes chimiques*.

Les allumettes Allumettes chimiques.

3. — Les *allumettes* remplacent avantageusement tous ces procédés primitifs pour allumer du feu.

Les allumettes (fig. 4) sont de petits bâtonnets, ordinairement en bois de tremble, de bouleau, de sapin, etc., de quelques centimètres de longueur.

Voici comment on les fabrique.

On prépare de petits blocs de bois de 6 à 8 centimètres de hauteur (fig. 5) : un ouvrier placé devant une table tient d'une main un de ces blocs, et de l'autre le manche d'un long couteau terminé par un crochet passé dans un autre crochet, ou dans un anneau, solidement fixé dans la table, comme on en voit chez les boulangers, les sabotiers et les fabricants de semelles en bois.

Il fend ce bloc, en long et en large, en petites tranches



Fig. 4. — Allumette.

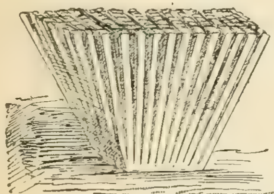


Fig. 5. — Bloc de bois fendu



Fig. 6. — Fabrication des allumettes.

d'environ 2 millimètres d'épaisseur, mais en ayant soin de ne pas aller jusqu'au bout, de façon que les allumettes tiennent encore les unes aux autres par le bas.

Cela fait, on place les blocs ainsi fendus dans un four chaud pour les faire sécher. Quand ils sont bien secs, on trempe le bout fendu dans un *bain de soufre fondu* d'un centimètre de profondeur environ (fig. 6).

On a ainsi des *allumettes soufrées* qui ne peuvent s'enflammer qu'au contact ou au voisinage immédiat d'une flamme ou d'un corps incandescent.

On trempe ensuite l'extrémité soufrée dans une pâte composée de *phosphore*, ou de *chlorate de potasse*, de *colle-forte*, d'*eau*, de *sable fin* et de *vermillon* ou de *bleu de Prusse*. Le vermillon est rouge

L'eau fait fondre la colle, qui attache au bois le sable fin dont les grains rendent le frottement plus rude, et par suite l'inflammation du phosphore plus rapide.

Quant à la couleur, vermillon ou bleu de Prusse, elle n'a pour but que de rendre plus visible l'extrémité de l'allumette que l'on doit frotter.

Les allumettes ainsi préparées sont mises à sécher, d'abord à l'air libre, puis dans un four chauffé par l'extérieur au moyen d'eau chaude ou de vapeur.

Elles sont ensuite mises en paquets ou en boîtes et livrées au commerce.

On fabrique aujourd'hui les allumettes à l'aide d'une machine composée d'une rangée de petits couteaux qui fendent le bois verticalement en longues tranches minces, tandis qu'une lame aiguisée comme un fer de rabot le coupe horizontalement.

Une autre machine trempe les allumettes dans le bain de soufre. Puis on les passe au bain de phosphore ou de chlorate de potasse.

Le phosphore ordinaire étant un poison violent, il peut être très dangereux de jouer avec les allumettes, sans compter qu'on peut mettre le feu, même sur soi, et cela de mille manières. Le phosphore rouge ou phosphore amorphe ne présente pas ces inconvénients.

La cheminée et le poêle tirent.

4. — Où faisons-nous du feu pour notre usage quotidien? Dans une cheminée, un poêle ou un fourneau, vous le savez.

Pour que le feu s'allume et que la combustion se fasse bien, la cheminée et le poêle doivent avoir un certain *tirage*. Afin de vous faire mieux comprendre ce qu'on entend par le mot *tirage*, nous allons faire une expérience.

Prenons un entonnoir. Renversons-le de manière que le tube ou *couloir* se trouve en haut, et représente le conduit de la cheminée par lequel s'en va la fumée, et que le bord pose sur trois pierres.

Brûlons-y quelques morceaux de papier, et nous verrons ici tout ce qui se passe en grand dans les cheminées de nos maisons et dans nos poêles.

D'ailleurs il existe un ustensile de ce genre appelé *cheminée mobile*, *diable* (fig. 7), et qui sert aux cuisinières pour allumer leur fourneau.



Fig. 7. — Cheminée mobile ou diable pour allumer le feu dans un fourneau.

Maintenant, enflammons une allumette et plaçons-la sous l'entonnoir avec un peu de papier.... Que se passe-t-il? La fumée monte dans le tube et sort.

L'air qui entoure l'allumette enflammée est échauffé et rendu plus léger; il s'élève dans la cheminée et se trouve aussitôt remplacé par de l'air plus froid, qui s'échauffe à son tour, monte également, et ainsi de suite. Il s'établit alors un courant, et la cheminée *tire*.

Ce qui se produit ici en petit se produit en grand dans nos habitations. Pour que le feu *marche bien*, il lui faut de l'air en quantité, c'est-à-dire un tirage suffisant. Si nous bouchions la cheminée ou le tuyau du poêle, le feu s'éteindrait inévitablement.

Pour s'assurer que l'air chaud, rendu plus léger, monte,

on n'a qu'à mettre au-dessus d'un bon feu de petits morceaux de papier ou des barbes de plumes.

Ils s'élèveront emportés par l'air chaud.

Allumez un bon feu dans une cheminée (fig. 8), ouvrez la fenêtre de la chambre, et placez-vous devant le feu, du côté de la fenêtre, vous sentirez de l'air qui vous glacera les jambes, si la température est basse.

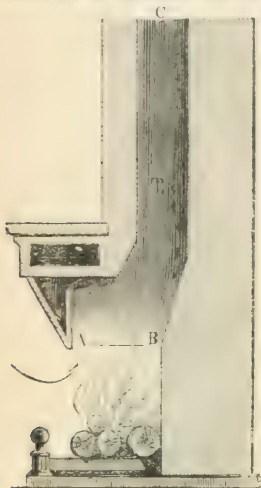


Fig. 8. — Coupe d'une cheminée dont la profondeur est indiquée en AB. — C. conduit.

C'est donc que, par suite du tirage, le feu a produit un courant d'air qui va de la fenêtre au foyer, puis l'air sort par la cheminée au-dessus du toit.

Placez une bougie allumée devant votre feu, la flamme, poussée par l'air, s'inclinera du côté de la cheminée.

C'est donc l'air en mouvement qui fait incliner la flamme de la bougie, comme le montre la figure 9.

En brûlant, le bois et le charbon s'en vont en partie dans l'air et deviennent invisibles; il ne reste plus qu'un peu de cendre.

Le phénomène qui se produit quand un corps se dissipe ainsi en donnant de la chaleur et de la lumière se nomme *combustion*.

Plus il y a d'air, mieux *le feu marche*.

Le soufflet, le tablier.

5. — Lorsqu'on brûle du bois, on se sert souvent du *soufflet* pour activer le feu.

Le soufflet se compose de deux planches munies de poignées, reliées ensemble par de la peau. Il porte en avant un tuyau en fer. Tout cela forme un *sac* qui peut être agrandi ou diminué. Quand on écarte les deux planches, le sac devient plus grand et s'emplit d'air par une ouverture pratiquée dans la planche inférieure, et même par le tuyau. Quand on les rapproche, le sac diminue et l'air sort par le tuyau.



Fig. 9. — Effet de l'air en mouvement.

Et pourquoi l'air ne s'échappe-t-il pas par l'ouverture du dessous quand les planches se rapprochent?

C'est qu'il y a une petite porte en cuir ou *soupape*, qui se ferme en s'appuyant sur la planche.

Le soufflet sert donc à emmagasiner de l'air pour le diriger sur le feu et l'empêcher de pénétrer par toute la cheminée.

Quand on baisse le *tablier* de la cheminée, on agit à peu près comme avec un soufflet. On oblige l'air à passer sur le feu qu'il active. Le tablier est une fermeture en tôle.

Questionnaire. — 1. Combien de grandes divisions comporte notre programme de leçons de choses? Qui sont? — 2. Qu'appelle-t-on combustibles? Comment s'y prend-on pour allumer du feu? Comment faisait-on autrefois? Qu'est-ce que le briquet? l'amadou? — 3. De quoi se compose une allumette? Comment fabrique-t-on les allumettes? — 4. Décrivez une cheminée. Qu'est-ce que le tirage? — 5. Qu'est-ce que le soufflet? A quoi sert-il? Quel est le rôle du tablier de la cheminée? En quoi est ce tablier?

Deuxième leçon.

DIVISION DES COMBUSTIBLES
BOIS DE CHAUFFAGE. — CHARBON DE TERRE

6. — Les combustibles peuvent être divisés en deux catégories : ceux employés pour le *chauffage* et ceux employés pour l'*éclairage*.

Mais cette division n'est pas très rigoureuse, car s'il en est qui, comme le *bois* et les *charbons*, ne sont employés

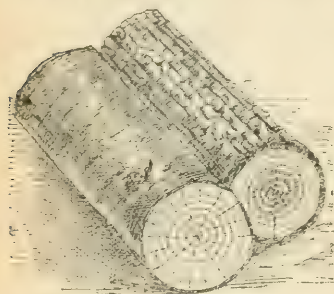


Fig. 10. — Deux bûches : à gauche, peuplier; à droite, sapin.



Fig. 11. — Rondelle de chêne.

que pour le *chauffage*, et d'autres qui, comme certaines *huiles* que nous retirons des plantes, ne servent qu'à l'éclairage, il en est d'autres qui servent à *chauffer* et à *éclairer*, comme le *pétrole*, l'*alcool*, etc.

Qualités des bois de chauffage.

7. — Suivant leurs qualités pour le chauffage, les bois peuvent être divisés en deux catégories : les *bois durs et bois tendres*.

Les *meilleurs bois durs* proviennent des *chênes*, le *chêne commun* abondant dans toute la France, et le *chêne vert* ou *yeuse*, qui ne croît que dans le Midi. L'*yeuse* est appelé *chêne vert*, parce qu'il ne perd pas son feuillage en hiver et qu'il reste vert toute l'année.

Après le chêne viennent le charme, l'orme, le hêtre, l'épine, etc.



Fig. 12. — *Chêne commun.*

Les principaux *bois tendres* sont le pin, le sapin (fig. 10), le peuplier (fig. 10), le saule, le platane...

Le chêne (fig. 11 et 12), se consume lentement et donne des charbons volumineux et compacts, conservant longtemps leur chaleur, surtout si l'on a soin de les couvrir de cendres, en laissant une braise ardente.

Les *bois tendres*, convenablement secs, prennent vite feu, donnent beaucoup de flamme et une chaleur vive,

mais de courte durée. Ils sont très utiles quand on a besoin d'obtenir une prompte et forte chaleur : ils sont commodes pour la cuisine.

Ils brûlent vite sans laisser de braise.

Ils conviennent très bien pour allumer le feu et communiquer l'inflammation à d'autres combustibles s'enflammant difficilement.

Mais ils seraient d'un emploi peu économique, à cause de leur rapide combustion, dans les cheminées où il faut entretenir du feu tout le jour.

Le bois de sapin fendu est beaucoup employé dans la boulangerie : il fait à peu près tous les frais pour le chauffage des fours des boulangeries de Paris.

La puissance calorifique des bois, c'est-à-dire la quantité de chaleur qu'ils dégagent en brûlant, dépend du *carbone* et de l'*hydrogène* qu'ils renferment en excès. D'une manière générale on peut dire que les bois les plus *denses*, c'est-à-dire les plus *lourds*, *sont ceux qui dégagent le plus de chaleur*.

Les mines.

8. — En tête des combustibles employés pour le *chauffage*, viennent le *bois* et la houille, nous le savons.

La houille est noire et se trouve dans la terre; voilà pourquoi on l'appelle encore *charbon de terre*.

Des ouvriers, désignés sous le nom de *mineurs*, creusent dans la terre de grands trous appelés *mines*, pour extraire ce combustible.

Si on l'exploitait à ciel ouvert, comme la pierre de nos carrières, l'opération ne serait pas difficile; mais, en général, il faut l'aller chercher à de grandes profondeurs, ce qui oblige les mineurs à creuser des puits immenses.

A mesure qu'ils descendent dans la terre, les ouvriers doivent mettre des pièces de bois contre les parois du puits pour empêcher les éboulements. Arrivés aux couches

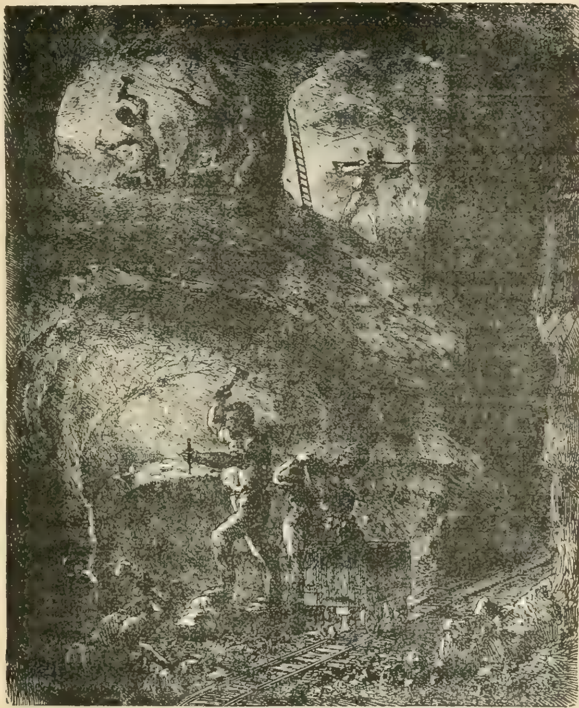


Fig. 13. — Intérieur d'une mine.

de combustible, les mineurs percent de longues *galeries* (fig. 13), et en soutiennent le plafond et les côtés à l'aide de gros madriers. Ils laissent également, de place en place, d'énormes piliers de houille, plus solides que tous les autres.

On se contente le plus souvent pour tous ces travaux de soutènement et de consolidation, d'un solide revêtement en troncs d'arbres écorcés, qu'on appelle *boisage*, (fig. 14, 15, 16, 17). Mais dans bien des cas, quand les travaux sont importants, on revêt les galeries d'une muraille en maçonnerie comme les tunnels de chemins fer (fig. 18, 19, 20, 21).

Enfin, dans les mines très importantes, on établit de

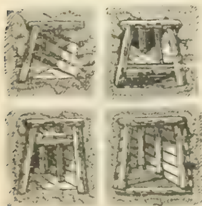


Fig. 14, 15, 16, 17. Galeries boisées.



Fig. 18, 19, 20, 21. Galeries muraillées.

grandes galeries, de véritables tunnels, dans lesquels circule un chemin de fer pour le transport du charbon.

Une mine peut avoir plusieurs puits dont quelques-uns servent uniquement à renouveler l'air des galeries.

Dans un ou plusieurs de ces puits on établit un appareil destiné à descendre et remonter une sorte de cage, une énorme tonne appelée *benne* dans laquelle se placent les ouvriers pour aller à leur travail et en revenir. Cette *benne* sert également pour monter la houille.

Elle est suspendue à un câble qui s'enroule sur un tambour, sorte d'énorme bobine, un treuil en un mot, qu'une machine à vapeur met en mouvement.

L'eau des pluies qui s'infiltre peu à peu dans la terre, arrive parfois dans les galeries des mines, surtout dans

les plus profondes. Il faut alors ménager de distance en distance des trous où le liquide se rend et s'accumule, pour s'en débarrasser ensuite au moyen de pompes également mues par des machines à vapeur.

Il y a une autre grave question dans l'exploitation des mines, des *carrières souterraines* : c'est le renouvellement de l'air, l'*aérage* : c'est une question de santé et même de vie pour les mineurs. Il faut donc l'assurer à tout prix.

Dans les carrières de *minerai* on allume de grands feux au fond de l'un des puits, comme dans une gigantesque cheminée. L'air du puits s'échauffe et monte ; cela fait que l'air des galeries s'y précipite, et est remplacé par l'air frais qui descend par les autres puits.

Mais il ne serait pas prudent d'agir ainsi dans les mines de houille, à cause du *feu grisou*, dont nous parlerons plus tard.

On se sert alors de puissantes machines qui, pompant l'air d'un puits, font un vide dans lequel arrive aussitôt l'air extérieur qui entre par un autre puits.

Dans d'autres endroits, au lieu de pomper l'air de la mine, on y *souffle*, toujours avec une machine, de l'air frais et pur qui chasse celui des galeries et le fait sortir par un autre puits.

C'est un dur métier que celui de *mineur*. Ces hommes passent presque toute leur vie dans l'intérieur de la terre, sans avoir comme nous la lumière du soleil pour les éclairer.

Ce n'est pas tout. Ils sont encore exposés à mille dangers, tous plus terribles l'un que l'autre.

Du charbon en général.

9. — Nous employons habituellement le mot *charbon* pour désigner une substance de couleur noire, qui brûle plus ou moins facilement. Mais ce n'est pas du *charbon pur*. Il est combiné avec d'autres corps. Le *charbon pur* a reçu des chimistes le nom de *carbone*. C'est cette pierre si célèbre connue sous le nom de *diamant*. Le diamant est l'un des corps les plus durs que nous connaissions; il est blanc, diaphane. On l'appelle *pierre précieuse*, mais il l'est à un certain point de vue seulement.

Il est combustible, mais non par lui-même : il faut, pour brûler, qu'il soit soumis à la plus haute température. Ce n'est donc pas le *combustible* idéal pour faire du feu. D'ailleurs, il est très rare dans la nature, et d'un prix très élevé.

Mais le *charbon ordinaire*, aussi appelé *houille*, celui qui nous est si utile, est, fort heureusement, abondamment répandu dans la nature. Il est plus précieux que le diamant : c'est lui la *pierre précieuse*.

Il est un des aliments les plus essentiels à l'industrie. On pourrait l'appeler l'*âme de l'industrie*.

La houille.

10. — La *houille*, le combustible minéral par excellence, est une substance d'un beau noir, d'un aspect éclatant, qui se laisse diviser en fragments irréguliers ou en plaquettes.

Elle brûle facilement avec une flamme blanche, une fumée noirâtre, et une odeur de bitume plus ou moins prononcée. C'est qu'elle est composée de charbon, de bitume et de matières terreuses. Ses qualités varient suivant la

proportion de ces trois éléments. Celle qui renferme le plus de bitume donne le plus de flamme et s'allume le plus facilement; mais elle tient moins longtemps le feu et produit moins de chaleur.

Une bonne houille ne doit renfermer que de 5 à 6 pour 100 de matières terreuses.

Malgré toutes les différences qui peuvent exister entre

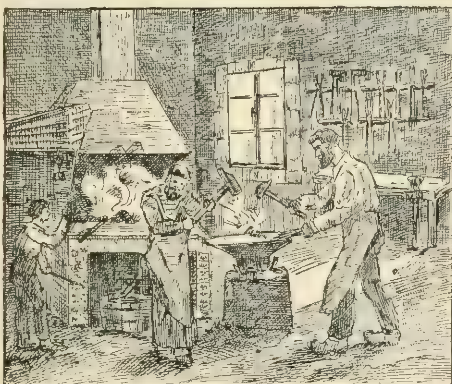


Fig. 22. — Forge et forgerons.

les diverses sortes de houilles, on peut les diviser en deux groupes : les *houilles grasses* et les *houilles maigres*.

La *houille grasse* (fig. 24), est aussi appelée *charbon de maréchal*, *charbon de forge*, parce qu'elle est employée par les *maréchaux* et les autres ouvriers qui travaillent à la forge (fig. 22).

Elle est d'un noir éclatant, et s'enflamme avec facilité. En brûlant, elle se gonfle, se ramollit, semble se fondre, et finit par se prendre en une masse que l'on est obligé

de briser pour donner passage à l'air, sans quoi le feu s'éteindrait.

Cette masse forme, devant le tuyau du *soufflet de*



FIG. 23. — Houille maigre.



FIG. 24. — Houille grasse.

forge, une *voûte* (fig. 22), une sorte de fourneau, dans lequel l'ouvrier fait rougir le fer qu'il veut travailler, forger, souder.

La *houille maigre* ou *sèche* (fig. 23), renferme moins de bitume que l'autre. Elle est en général d'un noir moins intense.

Elle s'enflamme difficilement, brûle en gardant sa forme, et reste en morceaux séparés entre lesquels l'air peut circuler, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de remuer souvent le feu pour le faire aller, immense avantage pour nos foyers domestiques.

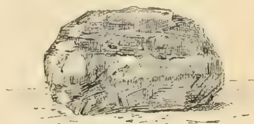
Elle dure plus longtemps que l'autre, est plus économique.

Anthracite.

11. — L'*anthracite* (fig. 25) est un charbon de terre qui ne contient presque pas de *bitume*. Il est presque exclusivement composé de charbon uni à des matières ter-

reuses. Il paraît un peu plus compact que la houille et est quelquefois lamelleux.

L'anthracite s'allume beaucoup plus difficilement que la houille; cela tient à ce qu'il ne renferme presque pas de parties volatiles qui, dans les combustibles, sont les parties qui s'enflamment le plus aisément. Mais une fois allumé, surtout en grande masse, sa combustion se fait régulièrement. Il brûle en donnant peu de flamme.


Fig. 25. — Anthracite.

Questionnaire. — 6. Comment peut-on diviser les combustibles? — 7. Quels sont les principaux bois de chauffage? Comment les divisez-vous? — 8. Qu'est-ce qu'une mine? Décrivez-en une. Comment peut-on aérer les mines? — 9. Citez du charbon pur. Le diamant est-il aussi utile que le charbon ordinaire? — 10. Comment peut-on diviser les houilles? Qu'est-ce qui caractérise la houille maigre et la houille grasse? — 11. Qu'est-ce que l'anthracite?

Troisième leçon.

ORIGINE DE LA HOUILLE. PAYS HOUILLERS DANGERS DES MINES

Origine et formation de la houille.

12. — On a discuté pendant longtemps sur l'origine de la houille ; mais on est d'accord aujourd'hui pour dire

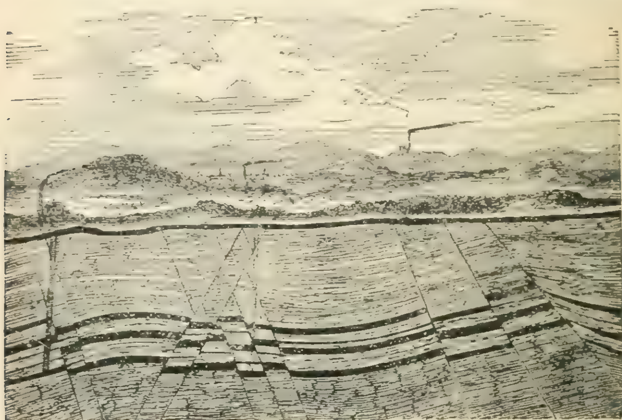


Fig. 26. — Coupe d'un terrain renfermant de la houille. Les bandes noires sont de la houille.

qu'elle est le résultat de l'accumulation des végétaux des temps anciens.

On peut suivre par des gradations insensibles la transformation du bois en houille, depuis les amas de bois à peine altéré jusqu'à la vraie houille.

Les *lignites* forment le passage de l'un à l'autre de ces deux états du charbon.

La disposition des couches de houille dans des bassins ou dans des golfes a fait dire que ces accumulations de plantes proviennent du charriage des végétaux entraînés par des cours d'eau.

Les couches, assez régulières (fig. 26), suivent la direction de celles des terrains qui les enserrent.

Leur épaisseur varie de quelques centimètres à plus de 8 mètres. En général elle est de 1 à 2 mètres.

On a trouvé dans quelques pays jusqu'à 60 couches de houille intercalées entre les couches d'autres roches.

Les multiples et divers emplois du charbon de terre. Ce qu'il renferme.

13. — C'est du charbon que nous tirons la chaleur; c'est à lui que nos rues doivent leur éclairage; c'est lui qui sert à préparer le fer et tous les autres métaux.

Sans le charbon, plus d'usines, plus de machines à vapeur pour entraîner ces files de wagons qui roulent à toute heure du jour, de la nuit, sur tous nos chemins de fer; plus de bateaux à vapeur sillonnant les mers de notre planète.

L'homme en fait son esclave docile, un ouvrier infatigable qui ne demande aucun repos.

Par le charbon, l'homme impose à l'eau et au feu les plus durs travaux, ceux que les animaux les plus vigoureux ne pourraient accomplir.

Cherchez à énumérer les services que nous rend sous ses multiples formes le charbon, ce bon compagnon de l'eau et du fer, qui créent tant de bienfaits pour l'homme, et vous serez incapables d'en épuiser la liste.

Parcourez cette usine à gaz, où le charbon fait son entrée solennelle sous le nom de houille, vous le verrez, dans des appareils ingénieusement disposés, se laisser

soutirer son gaz qui, recueilli sous une énorme cloche appelée gazomètre et distribué dans des milliers de tuyaux, va éclairer les parties les plus reculées de la ville.

Ce n'est pas tout encore. Le résidu de la distillation de la houille est un autre charbon grisâtre, en morceaux irréguliers et boursouflés, criblés de cavités, c'est le *coke* qui chauffera à volonté nos machines ou nos foyers, et qui permettra encore de façonner les métaux, de transformer toutes les matières premières en produits utiles et sans nombre.

Est-ce tout? Pas encore! Des résidus que vous croyiez inutiles, on retirera par la distillation une autre substance utile à plus d'une industrie, le *goudron*; puis une matière tinctoriale l'*aniline*.

Jetez un coup d'œil dans la cornue où s'est distillée la houille, et vous verrez des masses grises très brillantes et très dures attachées à la paroi, et ayant un peu l'aspect métallique. C'est ce qu'on appelle le *charbon des cornues* ou *charbon métallique*, avec lequel on fait des *creusets réfractaires*, et qu'on emploie dans la construction des piles électriques.

C'est entre les pointes de deux petits cônes de ce *charbon des cornues*, mis en communication avec une pile, que se produit cette lumière éblouissante, qui est la *lumière électrique*.

N'est-il pas vrai que le charbon a des emplois multiples et divers?

Les pays houillers.

14. — L'Angleterre est le pays où l'exploitation des mines de houille a acquis le plus d'importance. Et c'est à ce précieux combustible que ce pays doit en grande partie sa prépondérance industrielle.

Quoique moins bien traitée sous ce rapport que l'An-

gleterre, la France est cependant assez riche en gisements houillers, et le travail des mines y a pris un grand développement depuis deux siècles.

Les deux principaux centres de l'exploitation de la houille en France sont *Valenciennes* dans le département du Nord, et *Saint-Étienne* dans le département de la Loire.

La France possède des mines de charbon de terre sur un grand nombre d'autres points de son territoire; mais le défaut de communications faciles et économiques limite forcément leur exploitation. Il faut cependant espérer que les chemins de fer, les routes et les canaux que l'on établit partout, et la création d'industries dans ces pays permettront un jour d'exploiter certains gisements sur une plus grande échelle.

Le bassin houiller le plus considérable de la France est le *bassin de Valenciennes*, comprenant les mines d'Anzin, de Denain et de Douai dans le département du Nord, et de Lens dans le Pas-de-Calais.

Puis vient le *bassin de la Loire* avec une production moitié moindre, comprenant les mines de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne dans le département de la Loire, et celle de Givors dans le département du Rhône.

On peut encore citer par ordre d'importance : le *bassin d'Alais*, dans le Gard, avec les mines de Bessèges et de la Grand'Combe; les *bassins du Creusot* et de Blanzy, dans le département de Saône-et-Loire; de Commentry dans l'Allier; d'Aubin dans l'Aveyron; de Carmaux dans le Tarn; de Decize dans la Nièvre, etc.

Dangers des mines.

15. — Les dangers auxquels sont exposés les mineurs dans les mines sont nombreux.

L'eau peut pénétrer en quantité dans la mine et noyer les ouvriers. Des éboulements peuvent se produire, malgré toutes les précautions prises, et ensevelir les hommes.

Enfin, il y a le *grisou*, dont le nom seul terrifie les plus courageux.

Nous ne pouvons raconter toutes les histoires navrantes des accidents de mines; mais nous ne pouvons nous dispenser d'en rapporter quelques-unes.

Éboulement. — **Deux mineurs ensevelis.**

16. — Un éboulement s'est produit. Deux mineurs sont emprisonnés dans une galerie. Comment faire pour les sauver?

On perce un nouveau puits près du premier, puis une galerie pour arriver aux malheureux prisonniers.

On fait l'impossible, et, malgré tout, il faudra un mois pour mener l'entreprise à bien, car de nouveaux éboulements se produisent dans les travaux de sauvetage.

Les deux infortunés entendent le bruit du pic qui perce la roche, répondent aux travailleurs qui leur parlent, et croient à tout moment qu'ils vont être délivrés. Mais en vain.

L'un d'eux succombe. L'autre, nommé Giraud, résiste. Mais le cadavre de son compagnon d'infortune se décomposant sur lui, vicie le peu d'air qu'il peut respirer.

Malgré la faim, la soif et le corps putréfié de son camarade, il ne perd pas courage. Il répond distinctement aux questions que lui posent ses courageux sauveteurs. Il lutte ainsi contre la mort un mois durant.

Enfin, après trente jours de lutte, d'efforts et d'angoisse, Giraud est sauvé. Il est pâle, défait : son corps n'est plus qu'un squelette, une plaie. La décomposition du

cadavre de son compagnon a occasionné la gangrène dans tous ses membres.

L'infortuné Giraud est transporté à l'hôpital de Lyon où il vivra encore quelque temps.

Inondation de la houillère de Lalle (Gard) en 1862.

17. — L'une des plus terribles inondations que l'histoire des mines de charbons ait eu à enregistrer, fut celle qui dévasta la houillère de Lalle dans le Gard, en 1862.

Les eaux de la rivière la Cèze avaient grossi subitement. Elles étaient sorties de leur lit et se précipitaient en inondations terribles dans toutes les campagnes. D'heure en heure, l'eau augmentait et bientôt elle tourbillonnait au-dessus des mines de Lalle. Une longue crevasse s'était formée dans le sol, et l'eau disparaissait dans ce gouffre pour envahir les galeries souterraines.

Un mugissement épouvantable se fit entendre dans toute la mine, se mêlant aux cris de cent trente-neuf mineurs qui voyaient la mort les saisir. L'ingénieur et le maître-mineur accoururent à l'ouverture du puits, mais malgré tout, vingt-neuf ouvriers seulement purent s'échapper.

Cent dix restèrent dans la houillère, tués par le torrent envahisseur.

Découverte de la houille par Jean Houillos (*Légende*).

18. — Houillos, maréchal-ferrant à Plénevaux, était si pauvre, dit la légende, qu'il ne pouvait suffire à ses besoins; très souvent il n'avait pas de pain à donner à sa femme et à ses enfants. Un jour qu'il était sans travail, il avait résolu d'en finir avec la vie, mais un vieillard à

barbe blanche se présenta dans sa boutique au moment opportun. Ils entrèrent en conversation. Houillos lui confia ses chagrins : il travaillait le fer, soufflant lui-même la forge, pour économiser un aide. Il réaliserait bien quelques bénéfices si le charbon de bois n'était pas si cher : mais l'achat du combustible le ruinait.

Le bon vieillard, ému jusqu'aux larmes au récit du forgeron, lui dit : « Allez à la montagne voisine, vous y fouillerez le sol et découvrirez des veines d'une terre noire excellente pour la forge ».

Ce que fit Houillos. Il alla au lieu indiqué, y trouva la terre annoncée, et l'ayant jetée au feu parvint à *forger un fer à cheval en une seule chaude.*

Rempli de joie, le maréchal-ferrant de Plénevaux ne voulut pas garder sa découverte pour lui seul, il en fit part à ses voisins et même aux maréchaux, ses concurrents.

La postérité reconnaissante a donné son nom à la houille. Son souvenir est encore conservé par tous les mineurs de Liège, qui, le soir, racontent, durant les longues veillées d'hiver, l'histoire du *Prud'homme houiller* ou du *Vieillard charbonnier* comme on se plaît à surnommer Houillos, le forgeron de Plénevaux.

Questionnaire. — 12. Quelle est l'origine de la houille? Comment s'est-elle formée? De quelle épaisseur sont les couches de houille dans la terre? — 13. Quels sont les divers emplois du charbon de terre? Que pouvons-nous retirer de la houille? — 14. Quels sont les principaux pays houillers? Quels sont les principaux bassins houillers de France? — 15. Quels dangers menacent les mineurs? — 16. Racontez l'histoire de deux mineurs ensevelis. — 17. Parlez de l'inondation de la houillère de Lalle. — 18. Racontez la légende de la découverte de la houille.

Quatrième leçon.

GRISOU. — LAMPE DE DAVY
COKE. — TOURBE

L'incendie. — Le grisou.

19. — Quelquefois, c'est l'*incendie* qui, par suite d'un accident ou d'une imprudence, se déclare dans les galeries. Pour lutter contre le feu, le mineur ferme la galerie avec des murs d'argile qui limitent le champ du désastre.

Le feu triomphe parfois, et l'on abandonne alors la houillère qui devient un foyer perpétuel! Certaines mines brûlent sous terre depuis des siècles, telles sont celles de Decazeville dans l'Aveyron, et de Commentry dans l'Allier.

Comme l'obscurité est complète dans les galeries, les mineurs ont besoin de s'éclairer pour exécuter leur travail souterrain : ils sont donc obligés d'allumer des lampes, ce qui présente quelquefois, trop souvent même, de grands dangers. Il arrive, en effet, qu'il se dégage, dans les mines de charbon de terre, une quantité considérable d'un gaz nommé *grisou*, qui prend feu au contact d'un corps enflammé.

Si le *grisou* est mélangé à l'air et s'enflamme, on a une *explosion* : un bruit épouvantable se fait entendre dans la mine.

C'est une véritable canonnade, qui fait retentir l'air au loin.

Quelquefois, au moment de l'explosion, les murs s'ébranlent, la secousse se communique dans toutes les directions, les piliers s'affaissent, les galeries s'écroulent

et ensevelissent les ouvriers; quelquefois même ces malheureux sont enveloppés par le grisou et brûlés par les flammes.

La terreur est dans toute la contrée. Les habitants accourent à l'ouverture du puits, en se lamentant : les femmes demandent leurs fils et leurs maris, les enfants réclament leurs pères ou leurs frères; c'est un moment d'affolement général.

Les hommes qui n'étaient pas descendus se mettent aussitôt à l'œuvre pour renouveler l'air suffocant de la mine et déblayer les galeries encombrées; mais presque toujours, hélas! le sort a fait des victimes, des veuves et des orphelins. On ne trouve, le plus souvent, que des cadavres ou brûlés ou broyés; et si quelques mineurs respirent encore, ce n'est que pour souffrir quelques instants : l'agonie avant la mort.

Le pays tout entier est plongé dans le deuil, et bien des familles se trouvent réduites à la misère.

Un coup de grisou en 1895.

20. — Une nuit, dans une mine, aux environs de Saint-Étienne, se produit tout à coup une effroyable explosion qui ébranle tous les travaux; le puits vomit dans l'air des charpentes, des pierres arrachées aux murailles, et les projette avec une force extraordinaire jusqu'à 100 mètres au-dessus du sol (fig. 27).

L'épouvante est dans le pays. Un sauvetage s'organise en toute hâte. On descend dans la mine; mais les lampes s'éteignent : la vie est donc impossible dans ces profondeurs. Que sont devenus les hommes ensevelis dans les galeries? Les sauveteurs tombent asphyxiés! Deux d'entre eux ne sont plus que des cadavres. Vite on établit une

ambulance à l'entrée du puits. Et l'on redescend. Tous les mineurs présents veulent marcher, au péril de leur vie, pour tâcher de sauver les malheureux ensevelis.



Fig. 27. — Un coup de grisou.

De tous côtés accourt une foule inquiète, fiévreuse, consternée.

L'épouvante dans l'âme, les familles des mineurs attendent muettes comme la mort.

A tout instant l'ambulance reçoit des sauveteurs asphyxiés, morts ou ne donnant plus signe de vie.

Ce fut par milliers que l'on compta les victimes du grisou. Toute la contrée fut plongée dans la consternation.

La lampe de Davy.

21. — Un chimiste anglais, nommé Davy, qui vécut de 1778 à 1829 a inventé une lampe de sûreté (fig. 28), qui préserve de ces terribles explosions ; malgré cette précieuse invention, des accidents se produisent encore dans les mines, mais ils sont moins fréquents.

Honneur donc au savant qui a trouvé le moyen de rendre plus rares ces horribles catastrophes ! Que d'existences a préservées cette petite lampe de Davy, qui, à des centaines de pieds sous terre, dans l'obscurité des mines, éclaire et protège le mineur, dont elle est la bonne étoile !

Davy s'était aperçu que la flamme ne passe pas au travers d'une toile métallique.

Comme les explosions étaient presque toujours occasionnées par la lumière que le mineur est obligé de porter avec lui pour s'éclairer, Davy pensa qu'en entourant d'une toile métallique la flamme de cette lumière, ce travailleur serait à l'abri de l'un des plus grands dangers dont il est menacé.

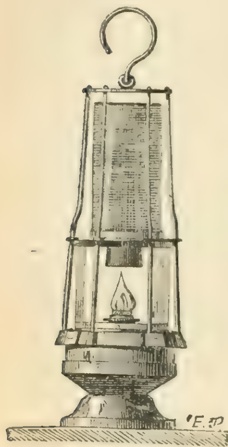


Fig. 28. — Lampe de mineur, dite lampe de Davy.

On donna à la toile métallique la forme d'un verre ordinaire de lampe, qui serait fermé en haut.

Quand un mineur se trouve dans un milieu où il y a du *grisou*, celui-ci passe comme l'air ordinaire au travers de la toile métallique, prend feu, une explosion se produit aussitôt, mais seulement à l'intérieur de la lampe, puisque la flamme ne peut traverser la toile pour enflammer le mélange d'air et de grisou qui remplit la galerie. La lampe est éteinte, mais c'est tout.

Le coke provient de la houille

22. — Lorsqu'on chauffe fortement la houille à l'abri de l'air, elle donne le gaz d'éclairage, que nous étudierons aussi.

Le gaz parti, il reste un corps qui n'a plus l'aspect de la houille.

C'est une matière gris de fer, très dure, assez légère, criblée de *cavités* comme une éponge, et *rude au toucher*. C'est du *coke*, facile à distinguer de la houille.

Le *coke* est un excellent combustible. Il brûle sans flamme ni fumée, ne répand aucune odeur et donne beaucoup de chaleur.

Le lignite est une sorte de houille.

23. — Si nous comparons un morceau de *lignite* (fig. 29) à un morceau de houille, nous voyons qu'il en diffère beaucoup.

D'abord il ressemble à du bois noirci, ce qui nous montre qu'il est formé de bois.

C'est un charbon plus récent que la houille.

Il se trouve aussi dans la terre, mais généralement moins profondément que la houille. Sa couleur varie du noir foncé au brun roussâtre.



Fig. 29. — Jais ou jayet.

Le lignite n'a pas toujours le même aspect. Tantôt il est fibreux comme le bois dont il est formé, résistant, et peut être travaillé à la scie et à la hache comme le vrai bois; tantôt il est compact, à cassure brillante et sert à faire des parures, des boutons, etc. Il porte alors le nom de *jais* ou *jayet*. D'autres fois il est friable et même terreux.

Le lignite ordinaire brûle avec une grande flamme claire et donne peu de chaleur.

La tourbe.

24. — *La tourbe* (fig. 30) est un combustible qui se forme encore aujourd'hui dans certaines régions de la France, notamment dans la vallée de la Somme.

C'est un charbon léger, spongieux et formé d'herbes que l'on reconnaît quelquefois facilement.

La tourbe ordinaire donne beaucoup de fumée, et pour ce motif est peu commode pour les poêles et les cheminées; mais elle peut être employée avec avantage, attendu qu'elle est à bon marché, pour la cuisson des briques, des poteries, de la chaux, le chauffage des chaudières, etc.

Elle se carbonise facilement



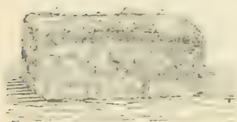


Fig. 30.
Morceau de tourbe.

Fig. 31. — Sphaigne.

et donne un coke assez consistant qui produit une chaleur intense.

La tourbe se forme dans des *marais* par la décomposition de plantes qui y croissent en abondance, et qui ne pourraient vivre dans des endroits secs.

Ce sont des *roseaux*, des *joncs*, des *prêles* ou *queues de cheval*, et enfin une espèce de mousse nommée *sphaigne* (fig. 31).

Les sphaignes sont les plus grandes mousses de notre pays; elles poussent activement, et forment un épais tapis de verdure qui couvre la surface du sol

Toutes ces plantes des marais meurent à un moment donné, tombent dans la couche d'eau qui recouvre le sol, pourrissent et se décomposent.

Chaque année il se forme un dépôt de matière végétale qui, à la longue, constitue la tourbe. Celle-ci se forme

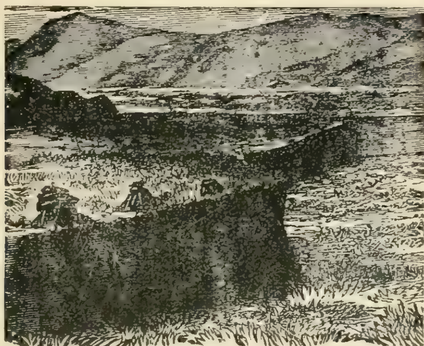


Fig. 32. — Exploitation d'une tourbière.

d'autant plus vite que les sphaignes sont plus abondantes.

Les lieux où se trouve la tourbe sont appelés des *tourbières* (fig. 32).

Questionnaire. — 19. Parlez des incendies des mines. Qu'est-ce que le grisou? Qu'en savez-vous? — 20. A quoi sert la lampe de Davy? Décrivez-la. — 21. Parlez du coup de grisou de 1895. — 22. D'où provient le coke? A quoi le reconnaît-on? — 23. Parlez du lignite. A quoi sert le jais? — 24. Qu'est-ce que la tourbe? De quoi est-elle formée? Où se forme-t-elle?

Cinquième leçon.

COMBUSTIBLES ARTIFICIELS
CHARBON DE BOIS

Les briquettes. Les boulets.

25. — Jusqu'à présent, nous avons étudié les combustibles employés tels qu'on les trouve dans la terre.

Mais il en est qu'on fabrique. Ils sont *artificiels*. Vous avez remarqué ce qui arrive lorsqu'on casse des morceaux de charbon de terre. Il se produit des miettes et l'on a du *poussier de charbon*.

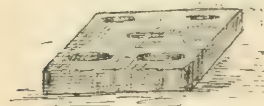


Fig. 33. — Briquette trouée.

On peut le brûler tel qu'il est; mais c'est quelquefois peu commode. Aussi a-t-on imaginé de le mélanger avec du goudron.

Le mélange encore frais, est mis dans des moules pour le presser et l'on obtient une sorte de *brique* : c'est une *briquette*.

Quelques briquettes sont pleines, comme un pavé; d'autres sont percées de trous qui facilitent le passage de l'air (fig. 33). Toutes chauffent fortement.

On fait aussi des sortes de *petits pains* arrondis auxquels on donne le nom de *boulets*.

Le charbon de Paris.

26. — Un autre combustible artificiel dont l'histoire ressemble à celle des briquettes, est celui que l'on appelle *charbon de Paris*.

C'est un mélange de poussier de charbon de bois et de goudron, que l'on comprime dans un moule.

C'est un combustible très économique.

Un morceau allumé enfermé dans la cendre d'une chaufferette, ne s'éteint pas. Il se consume entièrement. Quelquefois, le morceau brûle, huit, neuf, dix et même douze heures.

Il est donc avantageux pour les chaufferettes.

Les mottes.

27. — Les *mottes* (fig. 34) sont des sortes de pains faits avec le *tan* qui a servi à tanner les peaux des animaux pour les transformer en *cuir*. On les fait dans des moules et on les met sur des planches pour qu'elles sèchent. On leur donne la forme que l'on veut. Quelquefois on forme des sortes de bûches qu'on appelle bûches *de douze heures*, sans doute pour indiquer qu'elles brûlent pendant douze heures.

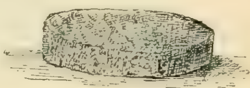


Fig. 34. — Motte de tan.

Le tan ainsi préparé brûle lentement et sans s'éteindre, ce qui est un précieux avantage.

Le charbon de bois.

28. — Il y a dans la forêt des arbres qui sont là depuis un grand nombre d'années, puis de longues branches partant du sol, que l'on coupe tous les vingt ans, tous les quarante ans, par exemple. Tout ce bois est employé comme bois de travail ou de chauffage. Une partie de celui qui est destiné à être brûlé, est transformée en charbon, dit *charbon de bois*.

Dans ce but, le *charbonnier* coupe les branches en bûches d'une certaine longueur, et, sur un terrain bien uni, bien abrité, les dispose côte à côte, légèrement inclinées, de manière à former un tas composé de plusieurs assises. La première rangée de bûches est appuyée contre quatre ou cinq longues perches, plantées dans le sol et

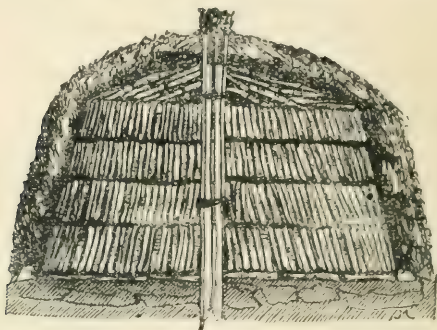


Fig. 35. — Coupe d'une meule montrant la cheminée et la disposition des bûches.

formant une espèce de *cheminée* de 25 à 30 centimètres de large (fig. 35).

Le tas, appelé *meule*, est ensuite recouvert d'une couche de terre (fig. 36) qui empêche le bois de brûler entièrement. Si l'on ne prenait cette précaution, le bois ne donnerait que de la cendre, comme cela arrive dans nos cheminées. Mais on a soin de laisser des ouvertures au bas de la meule pour permettre à l'air de circuler, précaution indispensable, sans laquelle le feu, privé de tirage, d'air, ne s'allumerait pas ou s'éteindrait promptement.

Quand la meule est définitivement préparée, on y met le feu en jetant des charbons embrasés dans la cheminée.

et on laisse brûler le bois jusqu'à ce que l'on reconnaisse que la *carbonisation* est complète.

Le charbonnier bouche alors toutes les ouvertures laissées au bas de la meule, et le feu s'éteint. Le lendemain ou le surlendemain, il la démolit et procède au triage du

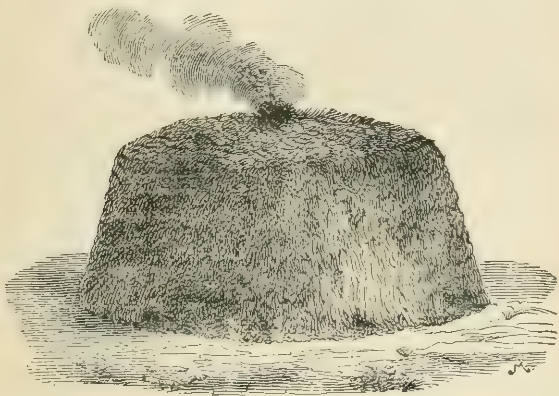


Fig. 36. — Fabrication du charbon. Meule couverte et allumée.

charbon, en mettant à part les parties insuffisamment brûlées, qu'on nomme des *fumerons*, et qui produisent une si désagréable fumée dans les fourneaux de cuisine.

L'art du charbonnier est de savoir graduer le feu, qui doit être tantôt vif, tantôt modéré, de pousser la combustion juste à point, de surveiller les ouvertures qui introduiraient trop d'air, d'en pratiquer s'il y avait danger d'explosion, de faire que la combustion soit égale dans toutes les parties de la meule, etc.

Le charbon de bois est d'un usage presque indispensable et d'une très grande commodité. Il s'allume facile-

ment, brûle sans flamme ni fumée, et donne beaucoup de chaleur.

Aujourd'hui, dans les grandes cuisines, on emploie généralement le coke et la houille, moins coûteux que le



Fig. 37. — Ensemble des opérations pour la fabrication du charbon de bois dans les forêts.

charbon de bois; mais ce dernier est quand même employé, car il s'allume plus vite, et est indispensable lorsqu'on n'a pas besoin de feu pour longtemps.

D'ailleurs les ménages pauvres trouvent dans ce combustible une fort grande économie.

La figure 37 montre l'ensemble des opérations pour la fabrication du charbon de bois.

La braise de boulanger

29. — La *braise de boulanger* est un charbon plus léger que celui fabriqué dans la forêt par le charbonnier, et qui s'allume aussi plus facilement.

Elle est ainsi nommée parce qu'elle est produite par la combustion du bois employé à chauffer le four pour cuire le pain chez le boulanger.

Le bois brûlé et réduit en *braise*, on retire celle-ci à l'aide d'un instrument en fer, pour la mettre dans des vases en tôle nommés *étouffoirs*, munis d'un couvercle qui ferme juste.

Comme l'air ne peut pénétrer dans ces *étouffoirs*, la braise s'éteint en conservant la forme qu'elle avait lorsqu'on l'y a mise.

On a alors un charbon léger, prenant feu facilement, et bien commode pour allumer le charbon de bois ordinaire dans le fourneau de la cuisine.

Questionnaire. — 25. Avec quoi et comment fait-on les briquettes et les boulets? — 26. Qu'appelle-t-on charbon de Paris? Qu'en savez-vous? — 27. Qu'appelle-t-on mottes? Qu'en fait-on? — 28. Dites ce que vous savez du charbon de bois. — 29. Qu'appelle-t-on braise de boulanger? Qu'en savez-vous?

Sixième leçon.

ÉCLAIRAGE. — CHANDELLE BOUGIE. — HUILE

L'éclairage.

30. — Le jour, nous sommes éclairés par la brillante lumière du soleil; la nuit, la lune nous envoie de temps à autre un pâle rayon, qui ne suffirait pas à nous éclairer. Il faut y suppléer, ce que nous faisons au moyen de chandelles, de bougies, de gaz, de pétrole, d'essence minérale et d'huile. Mais, autrefois, les hommes se servaient de torches, c'est-à-dire de branches de sapin fortement imprégnées de *résine*.

Les torches donnent beaucoup de fumée, répandent une mauvaise odeur, éclairent mal; elles ont été remplacées avantageusement par l'huile, la chandelle, la bougie et le gaz d'éclairage.

Résine, chandelle de résine.

31. — La *résine*, dont les habitants des campagnes se servaient il n'y a pas encore bien longtemps pour faire des chandelles grossières et fort incommodes, est fournie par les « *bois résineux* », notamment par les pins et les sapins. Mais on l'extrait principalement du *pin maritime*.

On pratique dans le tronc de l'arbre des entailles par lesquelles la résine *découle*. On la reçoit dans des seaux que l'on suspend à l'arbre (fig. 38).

Pour en faire des chandelles, on la fait fondre dans un

vase, et l'on plonge dans ce *bain de résine fondue* une mèche grossière, faite de plusieurs gros fils de chanvre.

Cette chandelle pétille, la résine vole dans toutes les

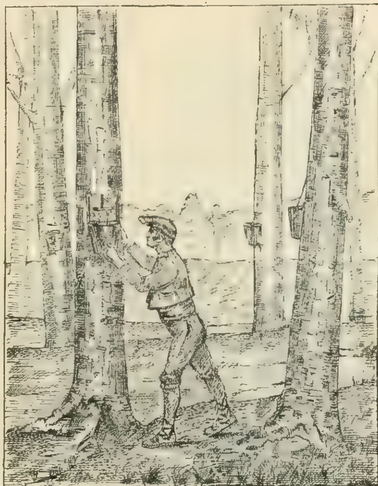


Fig. 38. — Récolte de la résine.

directions, pénètre partout, même dans les armoires qui ferment le mieux, salit tout, noircit tout.

On extrait de la résine diverses substances utilisées dans l'industrie.

Le suif et la chandelle.

32. — Voyons à présent comment on fait la chandelle de suif qui a remplacé avantageusement la torche et les chandelles de résine à peu près abandonnées aujourd'hui.

Si vous avez mangé du mouton et du bœuf froid, vous avez dû remarquer que la graisse de ces animaux se casse, qu'elle est moins douce que celle du porc.

Eh bien! cette graisse de mouton et de bœuf est le suif qui sert à faire la chandelle.

Mais elle ne peut être employée telle qu'elle provient de l'animal. Il faut l'épurer.

Pour cela, on la coupe par petits morceaux que l'on met fondre dans une chaudière. La matière obtenue se nomme *suif épuré*.

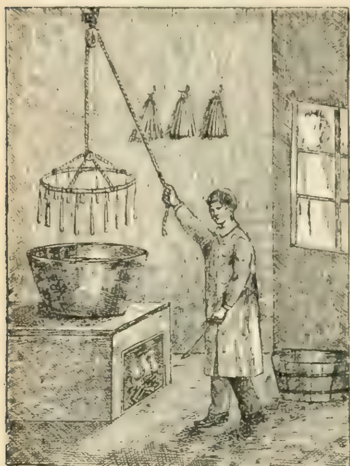


Fig. 39. — Fabrication de la chandelle : fabrication à la plonge.

En fondant, le suif se sépare des peaux fines ou membranes qui l'entourent. A cause de leur légèreté, ces membranes vont nager à la surface du bain. On peut facilement les retirer; mais pour aller plus vite, on se sert de chaudières munies à la partie inférieure d'un robinet par lequel on fait écouler le suif fondu.

Le suif ordinairement employé pour la fabrication des chandelles se compose de deux parties de graisse de mouton et d'une partie de graisse de bœuf, on y ajoute une petite quantité d'*alun* qui lui donne de la consistance.

Si vous examinez une chandelle, vous voyez qu'elle n'est pas composée uniquement de suif, mais qu'il y a au milieu une sorte de corde mal faite : c'est la *mèche* qui est composée de fils de coton simplement tordus.

Il y a deux modes de fabrication pour la chandelle.

La manière la plus simple et en même temps la plus

ancienne se nomme à la *plonge* ou à la *baguette* (fig. 39).

Pour cela on réunit huit ou dix fils de coton ayant un peu plus de deux fois la longueur de la chandelle.

On les plie en deux. Les mèches ainsi préparées, sont trempées plusieurs à la fois dans du suif fondu. On les retire pour les laisser refroidir. Le suif se fige, se durcit.

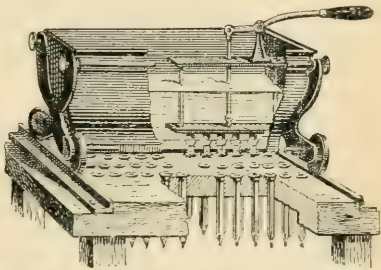


Fig. 40. — Fabrication des chandelles et des bougies.

On les plonge de nouveau, puis on les retire pour laisser figer la nouvelle couche de suif, et ainsi de suite jusqu'à ce que la chandelle soit suffisamment grosse.

Elle grossit chaque fois qu'elle est plongée dans le bain, car une couche de suif se fixe autour de la précédente. On peut faire plusieurs chandelles à la fois, en attachant les mèches à un cerceau pouvant monter et descendre à volonté, et suspendu au-dessus de la chaudière dans laquelle se trouve le suif fondu.

Pour que les chandelles aient à peu près la même grosseur, on les fait passer dans un anneau qu'on appelle *calibre*.

L'autre mode de fabrication consiste en un moulage. On coule le suif fondu dans des moules placés la pointe en bas, et au milieu desquels on a préalablement disposé la mèche (fig. 40).

Aussitôt que les chandelles sont faites, elles ont une teinte jaune. Il faut donc les blanchir.

Il suffit de les exposer à l'air, à la rosée, ou bien tout simplement de les laisser sécher. Elles deviennent blanches en vieillissant.

La bougie remplace avantageusement la chandelle.

33. — La chandelle présente de grands inconvénients. Elle est sale, elle fume, sent mauvais, et de plus elle tache.

Il faut la *moucher* sans cela elle n'éclaire pas bien.

La bougie (fig. 41) n'offre pas ces inconvénients.


Fig. 41. Flamme d'une bougie.

Pendant longtemps, on a fabriqué les bougies avec la cire des abeilles; mais aujourd'hui cette substance est remplacée par la *stéarine*, extraite des corps gras, du suif, par exemple, et qui coûte moins cher. La cire sert encore à faire des cierges.

La *stéarine* est de même nature que la cire des abeilles et est aussi employée à faire des cierges.

Les bougies se fabriquent comme les chandelles moulées (fig. 40). On se sert encore de mèches de coton; mais elles sont tressées au lieu d'être simplement tordues, et trempées dans une dissolution *d'acide borique*, ce qui fait que le bout de la mèche se tord de lui-même et se consume dans la flamme en produisant de petites perles qui augmentent l'éclat de la lumière.

Le nom de *bougie* vient de la ville de *Bougie* en Algérie, où l'on fabriqua d'abord ces sortes de chandelles.

Une lampe bien simple.

34. — Prenons une coquille d'huître (fig. 42) ou de noix; mettons dedans de l'huile et une mèche de coton, et nous aurons une *lampe* que nous pourrons allumer.

Nos ancêtres se sont servis de lampes aussi simples que celle-ci; et encore aujourd'hui dans quelques campagnes on emploie des appareils d'éclairage qui ne sont pas plus compliqués. S'ils ne sont pas faits avec une coquille, cela n'empêche pas qu'ils soient simples. Ils en diffèrent seulement par un bec destiné à recevoir l'extrémité supérieure de la mèche.

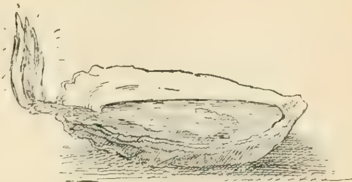


Fig. 42. — Lampe improvisée, formée d'une coquille d'huître.

L'huile monte dans la mèche.

35. — Une mèche sèche, c'est-à-dire non imbibée d'huile, ne brûle pas bien.

Et cependant l'extrémité de cette mèche que nous avons allumée tout à l'heure n'avait pas été trempée dans le liquide et brûlait parfaitement.

Que s'est-il donc passé?

Vous savez que si l'on trempe dans l'eau ou tout autre liquide l'extrémité seulement d'un morceau de sucre, celui-ci se mouille en entier.

C'est que le sucre est criblé de toutes petites cavités par lesquelles l'eau monte. On appelle cela le phénomène de la capillarité.

L'huile monte de la même manière dans la mèche, c'est pourquoi l'extrémité qui n'avait pas été plongée dans l'huile en était cependant imbibée.

Pour brûler, l'huile doit être divisée.

36. — Si l'on présente une allumette enflammée à l'huile de notre coquille d'huître, le liquide ne prend pas feu, et cependant l'huile est un combustible; mais si, au contraire, nous l'approchons du bout de la mèche, celle-ci brûle parce que l'huile prend feu et la fait brûler; seule elle ne brûlerait pas. Pourquoi cela?

C'est que l'huile ne prend pas feu facilement quand elle est en masse; mais seulement lorsqu'elle est bien divisée, comme dans une mèche.

Questionnaire. — 30. Quels sont les principaux combustibles employés pour l'éclairage? — 31. D'où nous vient la résine? Comment la recueille-t-on? — 32. Qu'est-ce que le suif? Qu'en fait-on? Comment fabrique-t-on la chandelle? — 33. Qu'est-ce que la bougie? Avec quoi et comment la fait-on? En quoi diffère-t-elle de la chandelle? — 34. Comment feriez-vous une lampe bien simple? — 35. Comment l'huile monte-t-elle dans la mèche? — 36. Que faut-il pour que l'huile brûle?

Septième leçon.

PÉTROLE
ESSENCE. — PUITS DE PÉTROLE

Le pétrole.

37. — On s'éclaire aussi avec l'huile extraite de la noix, du pavot dit *œillette*, du colza, que l'on brûle dans des lampes; mais on emploie de préférence aujourd'hui un liquide qui se trouve dans la terre et que l'on nomme *pétrole, huile minérale.*

Le *pétrole* est très abondant dans certaines régions des États-Unis d'Amérique, où il suffit de creuser un puits de quelques mètres de profondeur pour en avoir à volonté.

Pour le brûler, il faut une lampe spéciale, mais fort simple.

Le pétrole est d'un emploi assez dangereux, quand on ne prend pas les précautions voulues.

Il y a des sources de pétrole comme il y a des sources d'eau.

38. — Dans le département de l'Hérault en France, près de l'Espagne, à l'extrémité des Pyrénées, il existe des sources de pétrole semblables aux sources ordinaires qui donnent naissance à nos cours d'eau. Mais c'est principalement en Pensylvanie, dans l'Amérique du Nord, que les sources de pétrole sont abondantes.

A Autun, en France, dans le département de Saône-et-Loire, il existe des pierres composées de plaquettes appli-

quées l'une sur l'autre, qui renferment le pétrole comme la houille renferme le gaz d'éclairage et le goudron.

Ces pierres en plaquettes sont des *schistes*. On en retire le pétrole en les chauffant fortement.

L'essence de pétrole.

39. — Le pétrole est assez dangereux, avons-nous dit. Mais en le distillant, on obtient l'*essence de pétrole*, qui l'est bien davantage.

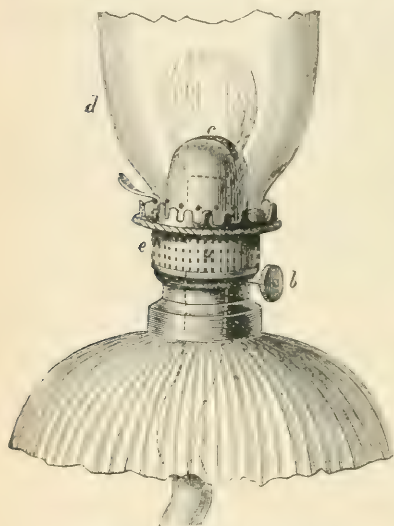


Fig. 43. — Lampe à pétrole dont le réservoir est coupé. Bec américain.

L'*essence* est excessivement dangereuse, mais elle est très économique ; car elle donne beaucoup de lumière et coûte peu.

Son emploi exige de très grandes précautions.

Aussi les enfants ne doivent-ils jamais y toucher, et les grandes personnes doivent-elles user de beaucoup de prudence en s'en servant. C'est ainsi qu'il ne faut jamais verser de l'essence dans une lampe à proximité du feu, ou d'une lumière quelconque.

Il existe même une loi qui défend aux marchands de servir de l'*essence* et du pétrole à leurs clients pendant la nuit.

On a vu des personnes verser de ces *huiles* dans une

lampe allumée : c'est une grande imprudence, c'est une folie, j'allais dire un crime, car on ne sait pas les conséquences qui peuvent en résulter.

La lampe à pétrole. — La lampe à huile.

40 — Si nous mettions du pétrole dans une coquille d'huître comme celle dont nous nous sommes servis pour l'huile, le liquide pourrait prendre feu aussitôt que l'on approcherait de la mèche une allumette enflammée. L'essence prendrait sûrement feu dans une lampe semblable. Il faut donc que ces deux liquides soient brûlés dans une lampe qui ferme bien.

La lampe à pétrole (fig. 43) se compose d'un réservoir destiné à contenir le pétrole dans lequel plonge la mèche qui s'élève ensuite par un bout dans un conduit en métal

Dans la lampe ordinaire à huile, il y a un système pour faire monter l'huile jusqu'à la mèche qui ne trempe pas dans le liquide.

On place généralement un verre sur la lampe à pétrole comme sur la lampe à huile, pour former cheminée et activer la combustion.

Il y a ausssi des lampes à alcool et à essence.

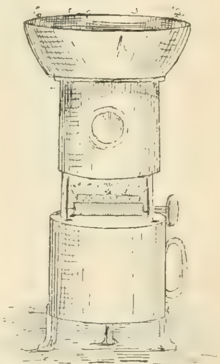


Fig. 44. — Fourneau à pétrole.

Fourneaux et voitures à pétrole.

41. — Aujourd'hui le pétrole est beaucoup employé pour le chauffage. Il y a des *fourneaux* (fig. 44) *et des voitures à pétrole.*

Le système est toujours à peu près le même que pour la lampe ordinaire.

Le fourneau peut avoir une ou plusieurs mèches, qui sont plus ou moins grosses, plates ou cylindriques.

Il n'y a pas de manchon en verre comme dans les lampes, pour former cheminée : la mèche brûle comme celle de la lampe dépourvue de *verre*.

Ce mode de chauffage est assez économique. Il est surtout très commode ; mais il a le défaut de répandre une mauvaise odeur.

Il y aussi des fourneaux à *alcool*.

Puits de pétrole en Amérique.

42. — Dans le courant de l'été 1859, un nommé Drake entreprit dans sa ferme située sur le bord d'une rivière, à 28 milles de Meadville, le forage d'un puits pour avoir de l'eau.

Lorsqu'on eut atteint une profondeur de 23 mètres, on trouva, au lieu de l'eau qu'on cherchait, une *huile* abondante; on la recueillit à l'aide d'une pompe, et on la trouva de très bonne qualité.

D'autres puits (fig. 45), creusés à côté du premier donnèrent les mêmes résultats. Les curieux affluèrent, et l'attention publique fut surexcitée par divers incidents. C'est ainsi qu'on vit l'huile jaillir avec force d'un trou creusé dans le roc. Un puits eut par moments de véritables éruptions d'huile. Cette découverte a complètement transformé les bords paisibles de la rivière d'*Oil-Creek*, qui traverse un pays très pittoresque, mais alors presque inhabité.

Quelques mois suffirent pour tout changer : le puits de Drake n'a été ouvert qu'en août 1859, et les plus impor-

tants datent de l'été 1860. Une multitude d'aventuriers s'abattit sur ce pays et entreprit des forages de tous côtés. Pendant longtemps on ne vit partout que des charpentiers occupés à construire des huttes, des hangars et des

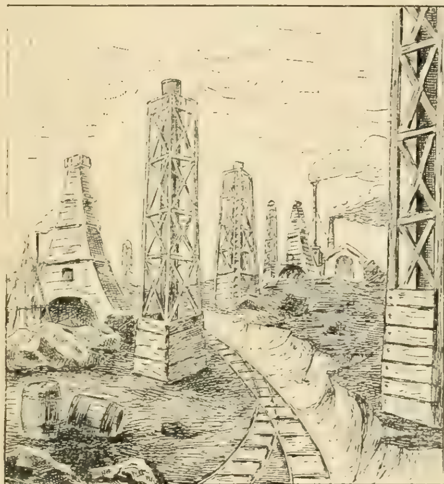


FIG. 45. — Exploitation du pétrole en Amérique.

granges qui ne tardèrent pas à faire place à une ville florissante.

Le nombre des puits atteignit promptement deux mille.

La profondeur à laquelle on rencontre l'huile varie de 10 à 130 mètres ; la moyenne est de 50. A mesure qu'on la recueille, l'huile est conduite au moyen de canaux grossièrement faits, jusqu'à d'immenses cuves qu'on a soin de placer à une assez grande distance du puits, précaution indispensable, en raison de l'excessive inflammabilité de l'huile ; les incendies fréquents et d'affreux accidents ont fait à tout le monde une loi de la prudence.

Il y a même des puits de pétrole sous la mer. C'est ainsi qu'à Summerland, en Californie, on trouve environ cent puits sous-marins en pleine exploitation, et autant de puits dispersés le long du rivage entre les limites des plus hautes et des plus basses marées. Les plus éloignés de la côte sont de 5 à 10 mètres sous l'eau à marée basse.

Le forage de ces puits est extrêmement simple, paraît-il, malgré les difficultés apparentes.

Incendie des puits de pétrole.

43. — Rien n'est plus effroyable qu'une contrée percée de puits de pétrole quand ceux-ci sont en feu. Comme un fléau dévastateur, la flamme, plus terrible mille fois que l'inondation, se répand avec une rapidité inouïe. En un instant, elle consume les habitations, dévore tout sur son passage, brûle les mines, les hommes et les bêtes, et ne laisse plus qu'un désert de cendres à la place d'une contrée prospère.

Au mois d'avril 1862, pendant le forage d'un puits, en Pensylvanie, dans l'Amérique du Nord, une colonne de pétrole jaillit tout à coup à 12 mètres au-dessus du sol, mugissant au milieu d'un nuage épais de vapeurs fétides et combustibles.

Aussitôt on se met à éteindre les feux du voisinage, mais un dernier, situé à plus de 300 mètres, enflamme la colonne liquide, qui vient de s'échapper des entrailles de la terre, et aussitôt toute l'atmosphère est embrasée.

La masse d'huile s'élance en gerbe de feu, et des ruisseaux de feu se précipitent dans les campagnes. Les ouvriers et les habitants s'enfuient, en poussant des cris épouvantables, le ciel s'éclaire au-dessus de ces effluves

embrasés, et çà et là, les fûts, étendus sur le sol, font explosion, en imitant une sinistre canonnade.

Au milieu de cette scène d'horreur que la plume ni le pinceau ne peuvent décrire, des cadavres sont lancés dans l'espace, des femmes, des enfants à moitié brûlés, cherchent à s'échapper de cette fournaise, ou mieux de cet enfer. On dirait des fantômes et des spectres éclairés par tous les feux de l'enfer. Des cris d'agonie s'échappent de leur poitrine comme un râle lugubre !

De minute en minute, de seconde en seconde, les flammes grandissent, s'élèvent et vont lécher les nuages, les explosions se font de plus en plus nombreuses, et l'incendie se propage avec la vitesse de l'ouragan.

Nulle résistance à opposer à cette force invincible, nul combat possible ! Il faut attendre que la dernière goutte d'huile soit consumée.

Plusieurs fois, des scènes épouvantables, aux États-Unis, ont désolé des contrées entières, et malheureusement, de terribles catastrophes ont trop souvent désolé nos plus grands ports.

A Bordeaux, en une seule fois, trente navires devinrent la proie des flammes.

Questionnaire. — 37. Quelles sont les huiles que l'on brûle ? — 38. Qu'est-ce que le pétrole ? — 39. Où trouve-t-on le pétrole ? Où en trouve-t-on en France ? — 40. Qu'appelle-t-on essence de pétrole ? — 41. Le pétrole exige-t-il une lampe compliquée ? — 42. Qu'est-ce qu'un fourneau à pétrole ? Une voiture à pétrole ? — 43. Parlez de l'incendie des puits de pétrole.

Huitième leçon.

GAZ D'ÉCLAIRAGE
HISTORIQUE DE L'ÉCLAIRAGE

Le gaz d'éclairage, sa fabrication.

44. — Aujourd'hui on éclaire les grandes villes au moyen du gaz que l'on extrait de la houille en la distillant, c'est-à-dire en la chauffant fortement dans des vases solides et bien fermés, nommés *cornues*.

L'*éclairage au gaz* a le grand avantage d'être propre, commode et économique.

Puisque vous aimez beaucoup les expériences, nous allons fabriquer ensemble du gaz d'éclairage. Nous mettrons des fragments de houille dans une pipe en terre, et nous achèverons de remplir la pipe avec de l'argile ou



Fig. 46. — Fabrication du gaz d'éclairage dans une pipe en terre.

terre glaise pétrie avec de l'eau, que nous tasserons bien.

Plaçons maintenant cette pipe sur un fourneau allumé... Que voyez-vous sortir par le tuyau? rien n'est-ce pas? mais on sent une mauvaise odeur.

Eh bien, cette odeur est due au gaz qui se dégage de la houille et s'échappe par le tuyau de la pipe. Présentons une allumette enflammée à l'extrémité de ce tuyau.

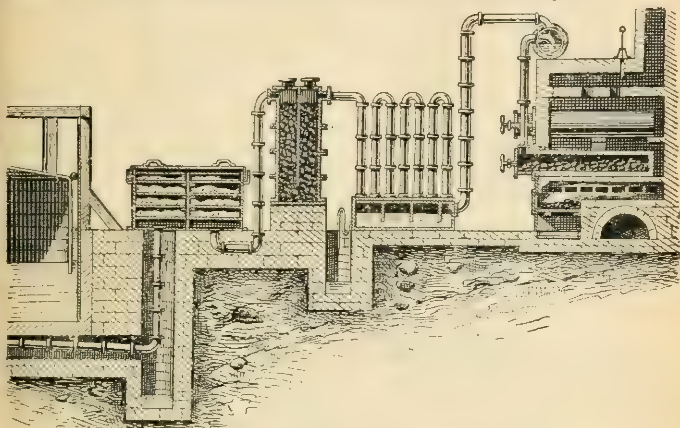


Fig. 47. — Vue d'ensemble d'une usine à gaz.

Ça prend feu! Le gaz brûle à mesure qu'il sort (fig. 46).

A l'*usine à gaz* (fig. 47), c'est-à-dire dans le vaste établissement où ce précieux combustible se fabrique en grand, on met la houille dans des cornues en *fonte de fer* ou en terre (fig. 48), que l'on ferme hermétiquement à l'aide d'une plaque en fonte pour empêcher le gaz de s'échapper par là.

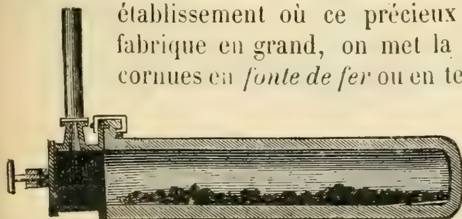


Fig. 48. — Coupe d'une cornue. On voit la houille à l'intérieur.

Sous l'action de la chaleur, le gaz se dégage de la houille et s'échappe par un tuyau; il passe par un long chemin dans divers appareils d'*épuration*, et se rend dans une

grande cuve à moitié remplie d'eau. Dans cette cuve plonge une énorme cloche en tôle qui peut monter et descendre, suivant la pression intérieure du gaz. Par son propre poids, cette cloche, appelée *gazomètre*, chasse le gaz dans les tuyaux qui le conduisent à travers la ville jusqu'aux endroits où il doit être brûlé.

Pour se servir de ce gaz, il suffit d'ouvrir un robinet (fig. 49), il en sort, comme tout à l'heure il s'échappait du tuyau de la pipe. C'est alors, à sa sortie, qu'on peut l'allumer (fig. 50-51).

Il est même indispensable de l'allumer aussitôt que le robinet est ouvert; autrement, il se mélangerait à l'air, avec lequel il formerait un *mélange détonant* qui pourrait occasionner des accidents semblables à ceux du grisou.



Fig. 49. — Bec de gaz avec verre

L'emploi du gaz d'éclairage présente de grands dangers si l'on n'agit avec prudence; aussi les enfants doivent-ils s'abstenir de toucher aux becs de gaz.

Maintenant, on s'éclaire aussi au moyen de l'électricité.

Ce mode d'éclairage est même beaucoup employé à Paris et dans plusieurs villes de France. Des localités de deux ou trois mille habitants n'ont pas reculé devant la dépense que nécessite son installation.

Le gaz chauffe en éclairant.

45. — Le gaz éclaire bien et chauffe encore mieux. Pour s'en servir pour faire la cuisine, il suffit d'avoir un petit fourneau en fonte que l'on place où l'on veut. Un tuyau en caoutchouc amène le combustible à l'appareil.

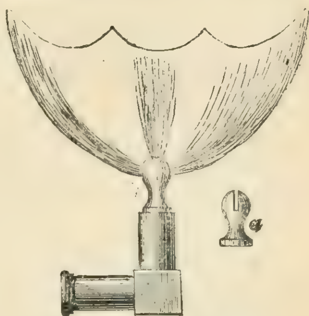


Fig. 50, 51. — Bec papillon.
a. Vue de l'ouverture du bec.

On tourne un robinet, le gaz s'échappe par plusieurs petites ouvertures à la sortie desquelles il brûle. On a alors une flamme claire qui chauffe fort. Aussitôt le gaz allumé, la chaleur est aussi intense qu'une heure après. On sait qu'un feu de bois ou de charbon ne chauffe pas instantanément. Il lui faut le temps de s'allumer.

Philippe Lebon et l'éclairage au gaz

46. — La première idée de l'éclairage au gaz est due à un Français, Philippe Lebon, né à Brachet, village de la Haute-Marne, en 1765.

Cet ingénieur découvrit qu'en soumettant le charbon de terre ou de bois à une température élevée, on obtient un gaz susceptible de s'enflammer.

Il construisit un petit appareil, appelé *thermolampe*, sorte de poêle qui devait à la fois chauffer et éclairer.

Voici comment Lebon fit sa découverte. Devenu ingénieur des ponts et chaussées, et se trouvant à la campagne,

chez son père, il était occupé à des expériences de physique et de chimie, et chauffait sur le feu une fiole remplie de *sciure de bois*. Le gaz qui s'échappait de la fiole prit feu et se mit à brûler d'un vif éclat. Aussitôt, Philippe Lebon conçut l'idée d'éclairer les maisons et les villes au moyen du gaz qu'il retirerait du bois ou du charbon de terre en les chauffant fortement. Enthousiasmé de sa découverte, il disait aux habitants de son village :

« *Mes amis, je retourne à Paris, et de là je puis, si vous le voulez, vous chauffer et vous éclairer avec du gaz que je vous enverrai par des tuyaux.* »

On le traita de fou, comme cela arriva à Bernard Palissy et à bien d'autres hommes de génie. Mais son invention, au lieu d'être une folie, est une des plus utiles applications de la science.

Les premiers essais de Lebon réussirent peu. Le gaz éclairait mal, et, comme il n'était pas épuré, il répandait une odeur désagréable. L'inventeur ne put faire accepter son idée en France.

Ruiné, il dut renoncer à tout ce qu'il avait fait.

Les idées de Lebon furent reprises par un ingénieur anglais, et ses appareils perfectionnés. En 1805, la manufacture de Watt fut éclairée au gaz. Le succès devint complet, et peu à peu, toutes les villes de l'Europe adoptèrent ce mode d'éclairage.

Cette découverte a rendu de grands services; elle n'a pas seulement embelli nos villes, elle les a encore rendues plus sûres pendant la nuit. Autrefois les rues n'étaient éclairées que par quelques lanternes ou réverbères. Aussi la circulation y était-elle difficile et dangereuse.

Au milieu de ses efforts et de ses courageux essais, le savant français rencontra une mort tragique. Il fut assas-

siné, en 1804, à Paris, dans les Champs-Élysées, sans qu'on ait jamais pu découvrir ni son meurtrier ni le motif de cet assassinat.

Historique de l'éclairage.

47. — Raconter les différents moyens dont l'homme s'est servi pour se procurer, en l'absence du soleil, la

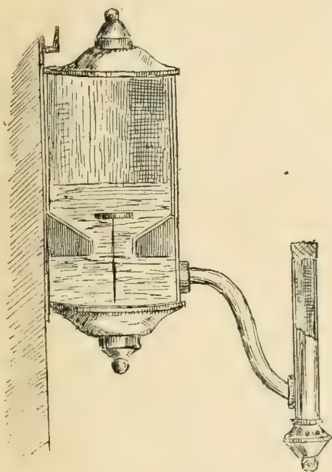


Fig. 52. — Quinquet accroché.



Fig. 53. — Lampe à modérateur.

lumière dont il a besoin, serait une longue histoire; mais on peut la résumer en quelques lignes.

Un jour, il y a longtemps de cela, on s'aperçut qu'en frottant deux morceaux de bois sec l'un contre l'autre on

obtient de la chaleur, du feu. C'est une merveilleuse découverte que tous les peuples ont célébrée.

Celui qui fit la découverte du feu dut être honoré comme un dieu par les premiers hommes.

Le moyen de faire du feu étant trouvé, on put s'éclairer.

A un moment donné, on se servit d'une branche d'un bois résineux enduite de résine; la *torche* était inventée : elle donne beaucoup de fumée, éclaire mal. Son emploi est peu pratique.

Puis on prit la résine des pins, et à l'aide d'une mèche grossière on fit des *chandelles de résine* qui éclairent mal aussi, et salissent tout dans les maisons.

Plus tard, on eut l'idée de mettre dans un vase de l'huile dans laquelle on fit baigner une mèche : ce fut la lampe.

Plus tard encore, on imagina de faire avec la graisse de bœuf et de mouton une chandelle comme celle qu'on avait déjà faite avec la résine : on eut la *chandelle de suif*.

Enfin, le jour où l'on remplaça le suif par la cire des abeilles, on eut la *bougie*.

Au milieu du XVIIIe siècle les progrès s'accentuent.

Argand, fils d'un horloger de Genève, eut l'heureuse idée de faire des *mèches rondes* en forme de tube, que traverse un courant d'air intérieur, et d'entourer la flamme d'un tube en verre qui forme cheminée.

Un nommé Quinquet inventa une lampe à laquelle il adapta cette cheminée, et l'on eut le *quinquet* (fig. 52).

En 1800, le ferblantier Carcel imagina de faire monter l'huile vers la mèche avec un régulateur, au moyen d'un ressort : la *lampe Carcel* fut inventée.

Plus tard, on imagina la lampe *modératrice*, où l'huile est envoyée à la mèche, comme dans une pompe, par un piston que meut un ressort qui se détend lentement.

Enfin vint Lebon, qui fabriqua le *gaz d'éclairage* si

répandu partout, et que l'on commence à remplacer par la *fée électricité*.

L'éclairage à l'électricité prend beaucoup d'extension. Il est propre, économique et commode. Quand il est installé dans un appartement, dans un magasin, ou ailleurs, il suffit de tourner un bouton pour « *allumer* » ou pour « *éteindre* ».

De toutes petites localités ont leurs rues, leurs places, leurs maisons, leurs magasins, éclairés à l'électricité.

Toutes les lampes d'une ville, grande ou petite, peuvent s'allumer à la fois et s'éteindre de même.

Questionnaire. — 44. Qu'est-ce que le gaz d'éclairage? Comment l'extrait-on de la houille? — 45. Le gaz d'éclairage peut-il servir au chauffage? — 46. Parlez de Philippe Lebon et de sa découverte. — 47. Faites l'historique de l'éclairage.

DEUXIÈME PARTIE

LES MÉTAUX USUELS

Neuvième leçon

MINERAI. — MINES. — HAUT FOURNEAU FONTE

Noms des principaux métaux.

48. — Les *métaux* sont nombreux; mais quelques-uns seulement nous sont particulièrement utiles. Les plus *usuels* sont : le *fer*, le *cuivre*, l'*or*, l'*argent*, le *plomb*, l'*étain*, le *zinc*, le *nickel*, qui est beaucoup employé depuis quelques années, puis le *platine*.

Les outils d'autrefois.

49. — Le *fer* est assurément le plus utile de tous les métaux, car il sert à faire la plupart de nos outils; sans lui les hommes seraient aussi misérables qu'à l'époque où, ne le connaissant pas, ils fabriquaient des haches et des couteaux avec du silex (fig. 54).

Nous serions en vérité bien embarrassés si nous n'avions que des outils de cette nature. Comment s'y prendrait le menuisier pour faire les tables de l'école, les meubles et les parquets de nos maisons? Comment s'y prendrait le maçon pour élever des murs, et le charpentier pour établir les toits de nos demeures? Et vous, comment feriez-

vous pour couper le bifteck que l'on vous servira peut-être aujourd'hui même, à votre déjeuner ou à votre dîner.

Autrefois, l'homme, au lieu de bâtir des maisons, des villages, des bourgs et des villes, habitait des grottes creusées avec effort dans la roche. Il ne cultivait pas la terre, et se nourrissait de plantes et de la chair des animaux sauvages, auxquels il faisait une guerre acharnée et pénible avec des engins imparfaits.



Fig. 54. — Hache en silex.

Voici comment se fabriquaient ces outils à cette époque lointaine qu'on appelle l'*âge de la pierre*.

On prenait deux morceaux de silex, un de la main droite, un de la main gauche. Le premier servait de marteau, et à l'aide de ce marteau on frappait le second morceau pour en détacher un éclat, qui devenait un couteau, une pointe de flèche, une hache, suivant sa forme ou sa grosseur.

Ces outils étaient toute la ressource de l'homme primitif. Avec ces instruments, il devait tout faire : se défendre et attaquer, chasser les animaux féroces, couper les arbres, etc.

Pour plus de facilité, on emmanchait ces haches (fig. 55). On commença par faire une fente dans une branche verte, afin d'y introduire l'extrémité la plus étroite de la hache. On liait le tout avec des boyaux d'animaux récemment tués.

En se desséchant, le bois et les boyaux se resserraient, et la hache était solidement emmanchée.

Jugez maintenant de la misère dans laquelle nous serions, si nous n'avions pas le fer, et si, comme les hommes des premiers âges, nous devions nous servir d'un morceau de silex pour attaquer un fauve, abattre un arbre, couper notre viande et débiter le bois que nous employons dans nos constructions.


FIG. 55. — Hache en silex emmanchée.

A un moment donné, les hommes connurent les métaux, mais il leur manquait bien des choses pour les employer comme nous les employons aujourd'hui.

Ils s'aperçurent qu'en fondant ensemble du *cuivre* et de l'*étain*, ils obtenaient un nouveau métal qui pouvait leur être utile : ils avaient donc trouvé l'*airain* ou *bronze*.

Ils en firent leurs armes, leurs outils, leurs parures : ce fut l'*âge du bronze*.

Ce ne fut que plus tard que le fer détrôna la pierre et le bronze : alors commença l'*âge du fer*, qui ne semble pas être près de prendre fin.

Le fer est très utile.

50. — Le fer, si utile, si employé, est le *roi des métaux*. On fait avec le fer les objets qui ont besoin d'une grande résistance : les marteaux, les bêches, les socs de charrue, les essieux de voiture et de wagon, des ponts, des

solives pour les maisons, des fils de fer et enfin une foule d'autres objets qui sont d'un usage continuel : haches, rabots, scies, couteaux, ciseaux, etc.

Pour travailler le fer, on le fait chauffer jusqu'à ce qu'il soit bien rouge, puis on lui donne la forme que l'on veut en le battant sur une enclume avec un marteau : cela s'appelle *forger le fer*.

Le minerai, la mine.

51. — Le fer se trouve dans la terre, mais non pas tel que nous l'employons. Il fait partie de certaines roches, généralement rougeâtres, nommées *minerai*.

Il en est ainsi de tous les métaux. Il y a donc des minerais de fer, de cuivre, de plomb, etc., que l'on tire presque tous de grandes carrières appelées *mines*.

Les ouvriers *mineurs* détachent les blocs au moyen du pic, puis les chargent sur de petits wagons que l'on roule hors de la mine.

Celle-ci se trouve parfois à de grandes profondeurs; les ouvriers creusent alors un puits par lequel on montera le minerai dans de grands seaux ou *bennes*, attachés à une longue corde qui s'enroule sur un treuil. C'est par ce puits que les ouvriers descendent dans la mine et en remontent. C'est comme dans les carrières de houille (voy. page 12).

La France possède des mines de fer en Normandie, en Lorraine, en Franche-Comté, etc.

Triage du minerai. Haut fourneau.

52. — Le fer étant le plus utile de tous les métaux, nous nous en occuperons en premier lieu.

Le minerai, retiré de la mine, a souvent besoin d'être trié, car avec les pierres contenant beaucoup de métal, il s'en trouve qui en renferment très peu.

Le triage consiste donc à séparer les pierres riches en métal de celles qui en sont pauvres.

Quelquefois même on broie le minerai avant de le soumettre au feu.

Pour retirer le fer de son minerai, il faut chauffer fortement ce dernier afin qu'il se décompose sous l'action de la chaleur.

Pour cela, on met le minerai dans un grand four, haut de 15 à 20 mètres et qu'on appelle un *haut fourneau* (fig. 56). Il est plus large au milieu qu'aux deux extrémités, c'est-à-dire en haut et en bas.

Il est construit en briques *réfractaires*, ainsi nommées de ce qu'elles ont la propriété de résister aux températures les plus élevées sans se fondre ni se fendiller.

L'ouverture supérieure se nomme *gueulard* et la partie inférieure présente une sorte de bassin appelé *creuset*.

On allume d'abord du charbon dans un fourneau situé à la partie inférieure, puis lorsqu'il est suffisamment *pris*, on charge le *haut fourneau*.

Cette opération consiste à introduire par le *gueulard*, d'abord une couche de charbon de bois, de houille sèche, de coke ou de bois sec, puis une couche de *minerai*, et enfin une couche d'une matière dite *fondant*, dont la nature varie suivant celle du minerai.

Le *fondant* est appelé *castine* s'il est de nature calcaire, *erbue*, s'il est de nature argileuse.

Et l'on continue le *chargement* du haut fourneau jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli de couches alternatives de *combustible*, de *minerai* et de *fondant*.

On active la combustion en lançant, au moyen de puissantes *machines soufflantes*, un violent courant d'air par la partie inférieure du *haut fourneau*.

Le *minerai* est alors *réduit*, le fer mélangé à un peu de charbon tombe *goutte à goutte* ou par jets sous le nom

de *fonte* et s'accumule dans le *creuset*, tandis que les matières étrangères, plus légères que la *fonte*, nagent à sa surface sous le nom de *laitier*. Quand celui-ci arrive au

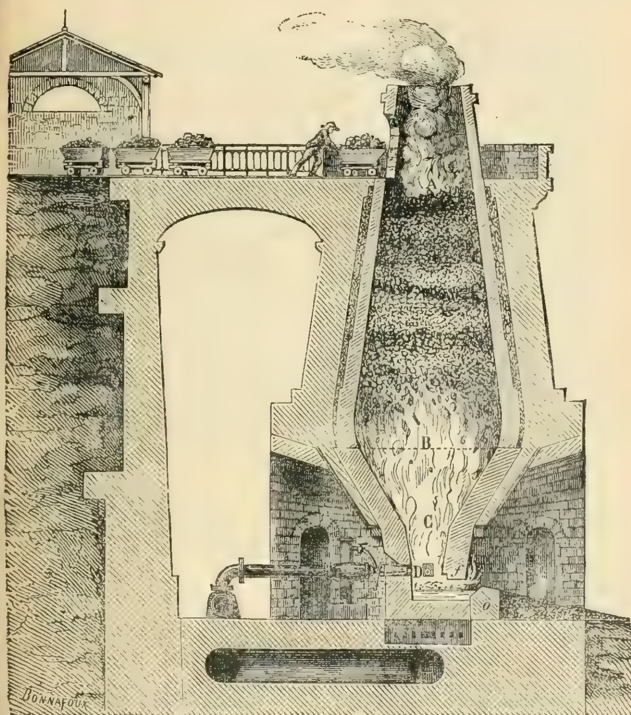


Fig. 56. — Haut fourneau.

creuset, on le fait couler par une ouverture pratiquée au-dessus d'une plaque en fonte appelée *dame*.

Si l'opération est bien conduite, les laitiers ou *scories* contiennent une quantité insuffisante de fer : on les utilise quelquefois pour la fabrication de briques communes.

Quand le creuset est suffisamment plein, on en fait sortir la fonte par une ouverture particulière, qui la conduit dans des moules de sable : ces masses de fonte sont appelées *gueuses*.

La figure 57 montre la coulée de fonte.

La fonte.

53. — La *fonte*, qui s'accumule dans le creuset, est une combinaison de fer et de charbon.

Elle est employée à faire certains objets tels que des balcons, des poêles, de gros tuyaux pour la conduite de l'eau et du gaz sous terre, des grilles, des colonnes.

Si l'on veut employer la fonte à la fabrication d'objets plus délicats, comme des candélabres, par exemple, il faut la fondre à nouveau.

Elle est généralement très cassante ; aussi ne peut-elle être forgée comme le fer : pour l'employer, il faut la couler dans des moules.

Pour *mouler* un objet en fonte, on fait fondre celle-ci. Quand elle est liquide on la verse, à l'aide de *poches* ou *cuillères* spéciales, dans les *moules* qui ont la forme des objets que l'on veut obtenir.

Sortes de fontes.

54. — La *fonte* contient de 2 à 5 pour 100 de carbone, c'est-à-dire que dans 100 kilos de fonte, il entre de 95 à 98 kilos de fer et de 5 à 2 kilos de carbone.

On distingue deux espèces de fonte : la *fonte grise* et la *fonte blanche* ; mais on les mélange quelquefois, et l'on a des fontes intermédiaires.

Si la fonte a été *refroidie brusquement*, comme le montre la figure 57, elle est blanche : c'est la *fonte trempée*.

Si, au contraire, elle est *refroidie lentement*, on a la *fonte grise* ou *fonte recuite*. Celle-ci peut être travaillée, elle supporte le choc du marteau, et fond difficilement;

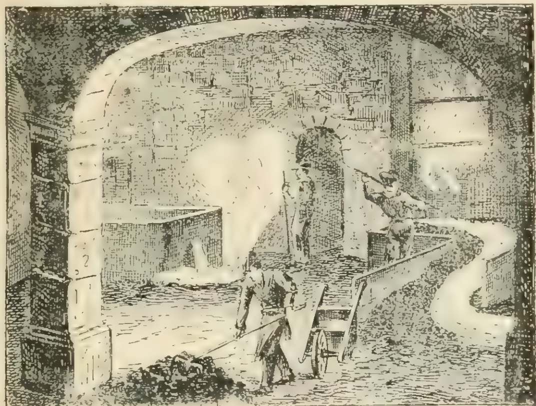


Fig. 57. — Coulée de fonte.

mais une fois fondue, elle est très liquide, et sert à fabriquer des objets très fins en la coulant dans des moules.

La *fonte blanche*, au contraire, est difficile à travailler, cassante, facile à fondre, mais alors reste peu fluide. On la transforme en fer au moyen de l'*affinage*.

Questionnaire. — 48. Nommez les métaux usuels. — 49. Que savez-vous des outils d'autrefois? — 50. Le fer est-il utile? Nommez des objets en fer. — 51. Qu'appelle-t-on minerai? Qu'est-ce qu'une mine? Où y en a-t-il en France? — 52. Qu'est-ce qu'un haut fourneau? Faites-en la description. Qu'appelle-t-on fonte? laitier? gueuse? dame? — 53. A quoi sert la fonte? Comment fait-on des objets en fonte? — 54. Quelles sont les différentes sortes de fontes? Quels sont leurs qualités et leurs défauts?

Dixième leçon.

LE FER — LE MARTEAU PILON
LA ROUILLE — L'ÉTAMAGE

Le fer. Affinage de la fonte.

55. — Le *fer* est généralement d'un gris foncé ou bleu, se rapprochant de la couleur de l'argent quand il est pur.

Pour transformer la fonte en *fer*, il suffit de la débarrasser de son charbon ; on arrive à ce résultat en faisant passer dans la masse fondue un puissant courant d'air qui s'empare du charbon : cette opération s'effectue dans un fourneau dit *fourneau d'affinage*.

On place ensuite la masse encore toute rouge sur une grosse enclume, où elle est frappée à coups redoublés par un énorme pilon en fer d'un poids considérable, appelé *marteau pilon*, et qu'une machine fait monter et descendre avec une régularité précise et continue : c'est le *battage*.

Le plus lourd de ces *marteaux pilons* battant la fonte destinée à devenir du fer est celui de l'usine du *Creusot*, dans le département de Saône-et-Loire.

L'*enclume* est aussi un formidable bloc de fer qui repose sur le sol.

Le fer est plus solide et plus facile à travailler que la fonte ; non seulement il peut être forgé, mais d'habiles ouvriers le façonnent et en font une foule d'objets de serrurerie d'un *fini* véritable.

De plus, il peut être *soudé* à lui-même, c'est-à-dire qu'il est possible d'en réunir deux ou un plus grand nombre de morceaux après les avoir fait rougir au feu.

Une *soudure* bien faite est invisible.

Le marteau pilon du Creusot.

56. — Ce marteau (fig. 58), qui pèse 80 000 kilos, est mis en mouvement par une machine à vapeur. Il monte et descend entre deux jambages en fonte.

La *chabotte* ou enclume sur laquelle il frappe est formée de onze assises en fonte, rabotées et solidement réunies ensemble.

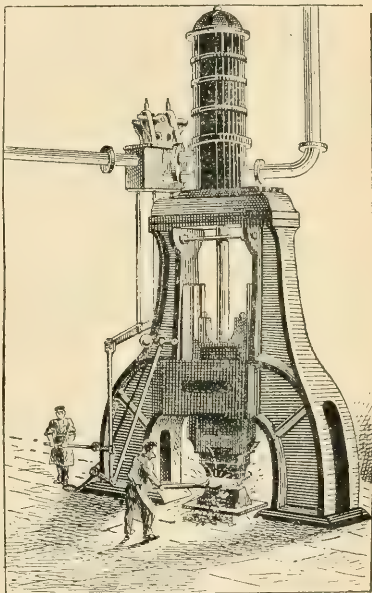


Fig. 58. — Marteau pilon.

Elle est fondée sur un massif en maçonnerie de 6 mètres de profondeur.

Tout l'intervalle entre le terrain et la chabotte est rempli de madriers placés alternativement en couches horizontales et verticales. Dans toute cette fondation, ont été employés 100 mètres cubes de fonte, 100 mètres cubes de bois et 1000 mètres cubes de maçonnerie.

Pour desservir ce marteau, il y a 4 fours à gaz et quatre grues. Deux de ces grues sont d'une puissance telle que l'une d'elles peut soulever 100 000 kilogrammes et l'autre 150 000.

Cet outillage est le plus puissant qui ait été cons-

truit jusqu'à ce jour : c'est dire qu'il n'en existe aucun semblable dans le monde entier.

Malgré le poids colossal de ce marteau, on peut le faire manœuvrer de manière qu'il casse une noix sans l'écraser. C'est justement ce qui fait la beauté de l'invention de cet instrument.

Qualités du fer au point de vue industriel et pratique.

57. — Au point de vue industriel et pratique, les qualités du fer sont au nombre de cinq, qui le mettent au premier rang parmi les métaux : sa *dureté*, sa *malléabilité*, sa *fusibilité*, sa *ductilité* et sa *ténacité*.

1° Sa *dureté* varie avec la quantité plus ou moins grande de carbone qu'il contient et le procédé employé pour sa préparation : elle diminue sous l'action de la chaleur. Quand on le chauffe suffisamment, il devient assez mou pour prendre sous le marteau toutes les formes possibles, et être percé sans difficulté. De plus, chauffé au *rouge blanc*, il peut se *souder à lui-même* sans laisser trace de *soudure*.

2° Sa *malléabilité* est la propriété qu'il possède de pouvoir être réduit en feuilles plus ou moins *minces*, depuis la tôle qui sert à fabriquer les tuyaux de poêle, jusqu'aux plaques plus épaisses employées dans la fabrication des *chaudières* des machines à vapeur, ou celles plus épaisses encore qui servent à *blinder* les *vaisseaux cuirassés*.

3° Sa *fusibilité* est la propriété qu'il a, surtout quand il est à l'état de *fonte*, de pouvoir être *coulé* dans des *moules* pour la fabrication des objets de toutes sortes : statues, colonnes, etc.

4° Sa *ductilité* est la propriété qu'il possède de pouvoir être réduit en *fils* plus ou moins fins.

5° Enfin, sa *ténacité* est la propriété qu'il a, par exemple, quand il est réduit en *fil*, de pouvoir supporter des poids considérables sans se rompre.

La rouille des métaux. La peinture.

58. — La *rouille* est une poussière rougeâtre qui se forme à la surface du fer quand il reste exposé à l'humidité. Elle *ronge le fer*. Une lame de couteau longtemps exposée à l'humidité finit par être criblée de petits trous occasionnés par la rouille.

Le moyen d'empêcher la rouille de se former, c'est de recouvrir les objets de peinture qui préserve le métal en l'isolant de l'air humide et de la pluie.

C'est ce que l'on fait pour les grilles, les balcons, etc.

L'étamage.

59. — Un grand nombre de casseroles sont en fer, et par conséquent susceptibles de se rouiller, ce qu'il faut empêcher, car autrement elles ne seraient jamais propres. Les recouvrirons-nous d'une couche de peinture comme les grilles et les balcons? Non, mais d'une mince couche d'*étain*. Nous aurons alors du *fer étamé* ou *fer-blanc*.

L'étain s'usant vite on doit recourir de temps à autre à l'*étamage*. Ce travail consiste à étendre de l'étain fondu sur la casserole à l'aide d'un tampon d'étoupe. Pour que l'opération réussisse bien, l'objet à étamer doit être à la fois très propre et chaud.

L'ouvrier qui étame les ustensiles de cuisine se nomme *étameur*.

Des *rétameurs ambulants* (fig. 59), parcourent la campagne allant de ferme en ferme, de village en village, exerçant aussi le métier de chaudronnier.



Fig. 59. — Étameur en train d'étamer.

Le chaudronnier arrive sur la place du village, attache son âne, sort de sa voiture ses ustensiles : fourneau, soufflet, moules à cuillers, étain et fer blanc et commence à parcourir le village en criant : « *Casseroles à rétamer, poêlons, chaudrons. Avez-vous des cuillers à fondre?* »

Une inondation dans les mines de Cornouailles. Un héros.

60. — Le grisou n'est pas à craindre dans les *mines de minerai*, comme dans celles de houille ; mais les autres dangers sont les mêmes, comme les éboulements, les *inondations*.

Un matin, au commencement du XIXe siècle, un mineur, nommé Jean Snyders, venait de dire au revoir à sa femme, trieuse de minerai, qui devait travailler près de l'ouverture du puits pendant qu'il travaillerait dans les galeries.

Il descendit les échelles d'un pied sûr, se reposant de temps à autre sur les paliers des différents étages de la vaste mine.

C'était un homme courageux, ne reculant jamais devant son devoir, et sachant supporter son sort sans se plaindre.

Après une demi-heure de descente, il arriva dans la galerie où était son chantier, enleva une partie de ses vêtements pour pouvoir résister à la chaleur étouffante de l'air, plaça sa lampe devant lui, l'examina pour voir si elle était en bon état, prit sa pioche et pénétra, en se baissant, au fond d'un long couloir étroit.

C'était là qu'il devait travailler, mais travailler *à col tordu*, c'est-à-dire en se renversant en arrière et même en se couchant parfois sur le dos afin de pouvoir détacher à coups de pioche le minerai de cuivre qu'il était chargé d'extraire.

Il travaillait depuis quelque temps déjà quand son attention fut attirée par un suintement d'eau beaucoup plus abondant que d'habitude. Il se leva, regarda autour de lui et vit que l'eau suintait de toutes parts à travers la roche. Il reprit le chemin du carrefour central, et entendit un cri d'alarme poussé par d'autres mineurs qui accouraient comme lui. Et différentes voix crièrent :

L'eau! L'eau!

Au même instant il entendit un bouillonnement, et quelques secondes après, un torrent d'eau s'échappa d'une des galeries situées plus bas, dans lesquelles se trouvaient des centaines d'ouvriers.

Ce fut bientôt un *sauve-qui-peut* général. Les ouvriers saisissaient l'échelle et grimpaient avec précipitation, se poussant les uns les autres et se faisant parfois rouler dans l'abîme. D'autres, ayant saisi le câble de la tonne, et s'y suspendant en foule, s'efforçaient de remonter vers le jour, pendant que les eaux envahissaient le puits. La tonne, trop chargée, se souleva avec peine, puis la corde se rompit, et les hommes roulèrent dans le gouffre en poussant un cri horrible.

L'eau arrivait toujours. Beaucoup d'ouvriers qui travaillaient dans les galeries inférieures ou éloignées n'avaient pu être prévenus de l'inondation, qui menaçait de les engloutir.

Il eût fallu sonner la *cloche d'alarme*; mais le poteau auquel elle était suspendue était déjà battu par l'eau de tous côtés. Y aller, c'était aller à une mort certaine, et personne n'avait eu ce courage.

Jean Snyders regarda la cloche, cette cloche qui était le salut pour une multitude d'ouvriers, la mort pour un seul; il réfléchit un instant, songea à sa femme qu'il venait de quitter, poussa un soupir; puis il pensa à tous les ouvriers que menaçait une mort certaine; alors, adressant à Dieu une suprême prière, il s'élança dans l'eau, grimpa le long du poteau, s'y suspendit et fit retentir la cloche. Le son d'alarme se répandit dans les profondeurs de la mine et dans les galeries qui rayonnaient dans toutes les directions. De toutes parts s'élancèrent des travailleurs avertis du danger, qui montaient en longues files le long des échelles, poussant à la fois des cris d'horreur ou de délivrance.

La cloche sonnait toujours, et toujours aussi l'eau montait autour du poteau, couvrant de plus en plus le corps de Jean Snyders. Bientôt l'eau couvrit ses épaules : il ne pouvait plus espérer fuir. Ce courageux sauveteur, toujours cramponné à la corde de la cloche, continua de la faire retentir jusqu'à ce que l'eau bouillonnante, le couvrant complètement, l'eût englouti.

Alors seulement la cloche se tut!

Notre héros n'était plus, mais il avait sauvé des centaines d'existences, empêché que le sort eût fait des centaines de veuves et des milliers d'orphelins!

QUESTIONNAIRE. — 55. Qu'est-ce qu'affiner la fonte? — 56. Parlez du marteau-pilon du Creusot. — 57. Quelles sont les qualités du fer au point de vue industriel et pratique? Qu'est-ce que la dureté, la malléabilité, la fusibilité, la ductibilité, la ténacité? — 58. Parlez de la rouille. — 59. Qu'est-ce que l'étamage? — 60. Racontez l'histoire de Jean Snyders.

Onzième leçon

TÔLE. — LAMINAGE. — FIL DE FER

Tôle. La tôle est du fer en plaque.

61. — On fait avec le fer des *planches* ou *plaques* plus ou moins épaisses que l'on nomme de la *tôle*. Mais comment fait-on pour réduire ainsi un métal si dur? On

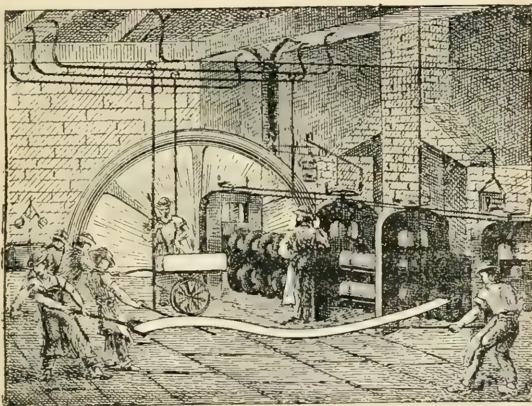


Fig. 60. — Laminage du fer.

le chauffe. Lorsqu'une masse de fer est rendue assez molle par l'action du feu, on l'amincit d'un bout à l'aide d'un énorme marteau, puis on engage la partie amincie entre deux cylindres (fig. 60) en acier ou en fonte très dure, tournant en sens inverse.

Ces cylindres, mus par une puissante machine et pouvant être rapprochés ou éloignés l'un de l'autre, tournent

avec une grande rapidité et entraînent de l'autre côté la masse de fer qui, pour passer, est obligée de s'aplatir.

La plaque de fer, qui vient de passer pour la première fois entre ces deux cylindres, est encore assez épaisse. On l'amincit de nouveau par un bout pour la faire passer une deuxième fois entre les rouleaux que l'on a rapprochés l'un de l'autre.

On répète plusieurs fois cette opération, en rapprochant les rouleaux après chaque opération.

Cela s'appelle *laminer* le fer et la machine à laminer est un *laminoir*.

Le fer des boîtes à lait, de quelques casseroles, a été passé au laminoir pour devenir mince comme il l'est.

Le laminage des rails au Creusot.

62. — C'est au Creusot que, parmi les travaux les plus importants, se fabriquent les rails de chemin de fer.

Un bloc de fer sortant des fours apparaît comme une masse de feu d'un blanc éblouissant, chauffé à une température de 1500 à 2000 degrés; il semble transparent; on ne peut le regarder fixement.

Ce bloc, placé sur un chariot roulant sur un chemin de fer, est conduit jusqu'au *train* de laminoirs.

Ces laminoirs sont des cylindres d'acier accouplés deux à deux, portant chacun à leur surface le dessin creux du profil d'un rail.

Le chef lamineur présente le bloc de fer, pesant parfois plus de 850 kilogrammes, devant les rouleaux du laminoir qu'une puissante machine fait tourner sur leur axe. Ce bloc s'engage dans les rainures, est entraîné par la rotation des cylindres, s'amincit, s'élève en une masse allongée. Quand le bloc a passé dans un intervalle, il passe dans un second plus étroit, devient grosse barre de fer, puis

dans un troisième, un quatrième et ainsi de suite en s'allongeant toujours, s'amincissant jusqu'au moment où il sera définitivement *rail*.

Rien de plus curieux, de plus émouvant et de plus pittoresque que ce laminage des rails de chemin de fer. Des lueurs féeriques, fantastiques, éclairent l'atelier chaque fois qu'un nouveau lingot sort du four ouvert; les ouvriers se pressent sans pouvoir se préserver de la chaleur. Quand le fer passe entre les cylindres, de longs jets de feu s'en échappent, semblables aux pluies d'étincelles des fusées des feux d'artifice, les ouvriers s'écartent un instant, puis se rapprochent pour saisir, au moyen de longues et fortes pinces, le fer devenu semblable à un serpent de feu et qui, après chaque passage, retombe tordu sur le sol.

Achevé et redressé, le rail est coupé à la longueur fixée au moyen d'une scie circulaire ou disque d'acier pourvu de dents aiguës qu'une machine à vapeur fait tourner avec une très grande vitesse.

Fer battu.

63. — Le *fer battu* est employé pour la fabrication des ustensiles de ménage, des casseroles, par exemple.

On obtient une casserole en plaçant la quantité de fer nécessaire à la confection de cet ustensile, sur des suites de formes se rapprochant graduellement de la forme définitive. On soumet le fer à l'action de puissantes machines.

Quand l'ustensile est fait, on l'*étame* au moyen de *bains d'étain*.

Fer-blanc.

64. — On l'obtient en soumettant des *feuilles de tôle* à un *étamage spécial*.

On commence par *décaper* le métal, c'est-à-dire par le

nettoyer parfaitement, au moyen d'un *acide* appelé *acide hydrochlorique*. Puis on sèche les feuilles dans un four, où on les chauffe jusqu'au *rouge sombre* : après quoi on les laisse refroidir à l'air, et on les passe au *laminoir*.

Le *laminage* fait, on les lave, on les essuie, puis elles sont séchées dans une atmosphère à vapeur, pour ôter l'air.

On trempe ensuite ces feuilles dans de la graisse fondue et bouillante, puis dans un *bain* d'*étain fondu*, où on les laisse environ une heure et demie.

Elles sont alors *étamées* : on a du *fer-blanc*. Celui-ci sert à faire des casseroles, des boîtes à lait, des seaux, des plats et une foule d'autres objets.

Le fil de fer.

65. — Pour étirer le fer en fil, il faut encore le ramollir au feu. On prend une barre de fer. On en amincit l'un des bouts en pointe en le battant fortement. Puis on la passe à la *filière* (fig. 61).

Celle-ci est une planche en acier, assez épaisse et percée de trous de différentes grosseurs. On commence par faire passer la barre de fer dans les plus grands, en ayant soin d'amincir chaque fois le bout que l'on veut engager dans le trou.

Le travail du fer est le même au laminoir et à la filière.

Quand le fer est engagé dans la filière, une machine le saisit et le tire fortement, et l'oblige à passer. Il s'enroule en même temps sur des *bobines*.

Le fil de fer est beaucoup employé aujourd'hui à faire des clôtures. On en fait des *treillages* ou *grillages* à mailles plus ou moins fines, sans compter ce que l'on appelle la *ronce artificielle*.

Le prix du travail.

66. — Le *mineur* arrache du sein de la terre avec la pioche et la pelle le *minerai de fer.*

A ce moment, un kilo de fer peut valoir de 8 à 10 sous.

On le débarrasse des matières étrangères qui l'accompagnent, on le travaille : on le forge, on le chauffe, on en fait de l'acier, que l'on travaille encore, que l'on trempe, que l'on taille : enfin notre kilo de fer de 8 à 10 sous est devenu, je suppose, cent mille *ressorts de montres*, légers comme un duvet, valant chacun 10 francs, par exemple.

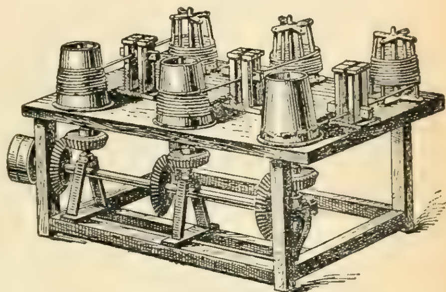


Fig. 61. — Filage du fer.

Calculons à présent combien vaut notre kilo de fer transformé en *ressorts* : cela fait 10 multiplié par 100 000 égale 1 000 000 (*un million*) de francs.

Quelle fée que le travail!

Puisse votre travail à tous être en rapport avec celui qui transforme un kilo de fer de *10 sous* en ressorts de montres valant un million! puisse le travail d'un grand nombre des enfants de la France être aussi fructueux, et notre chère patrie ne sera pas près d'être ruinée!

Questionnaire. — 61. Qu'est-ce que la tôle? Comment la fait-on? — 62. Parlez du laminage des rails au Creusot. — 63. Qu'est-ce que le fer battu? A quoi sert-il? — 64. Qu'est-ce que le fer-blanc? Qu'en fait-on? — 65. Comment fait-on le fil de fer? — 66. Que savez-vous ur le prix du travail?

Douzième leçon.

L'ACIER. — AIGUILLES. — CLOUS. — PLUMES

L'acier.

67. — Les outils, tels que les haches, les ciseaux, les couteaux, les socs de charrues, qui doivent agir par leur dureté, ne sont pas en fer pur, mais en *acier*.

Qu'est-ce donc que l'*acier?*

C'est tout simplement du fer dans lequel entre une petite quantité de charbon : de 1 à 2 pour 100.

La fonte et l'acier renferment donc les mêmes éléments, mais associés dans des proportions différentes : la fonte renferme plus de charbon.

L'acier se tord difficilement, mais est plus cassant que le fer.

68. — Vous avez pu voir que les aiguilles à coudre se tordent peu ou pas du tout, mais qu'elles cassent facilement. Essayez d'en tordre ou d'en courber une, vous n'en ferez rien; elle se cassera : c'est qu'elle est en acier et non en fer pur.

C'est cette propriété qui fait employer l'acier à la confection des objets qui ont besoin d'une grande résistance.

On fait en acier tous les outils tranchants et bien d'autres; puis des rails, des fusils, des canons, les essieux des voitures, les essieux et les roues des wagons, etc.

Je vous ai dit que les essieux sont en fer; mais c'était pour indiquer le métal, car l'acier est une variété de fer.

La trempe rend l'acier dur et lui donne de la résistance et de l'élasticité.

69. — Les socs de charrues, les pioches et quantité d'autres objets qui sont soumis à de rudes épreuves sont en acier. Mais cela ne suffit pas pour la résistance dont ils ont besoin.

Pour leur donner la solidité voulue, il faut les *tremper*. Bien qu'on ne réussisse pas toujours à donner une bonne trempe aux outils, l'opération est cependant d'une grande simplicité.

Quand l'objet, l'outil, est terminé, on le fait chauffer de nouveau, puis on le plonge encore tout rouge dans de l'eau froide, et l'acier est trempé.

La trempe consiste donc à refroidir brusquement l'acier fortement chauffé.

Elle ne donne pas seulement de la résistance à l'acier ; elle lui donne encore de l'élasticité si l'on veut. Mais qu'est-ce que l'élasticité?

Prenez une règle plate par les deux bouts, courbez-la, puis lâchez-la d'une main ; elle reprend sa forme première, elle redevient droite. C'est ce qu'on appelle l'élasticité. Les ressorts des voitures, les balles en caoutchouc qui se déforment sous le choc et la pression, sont élastiques. Un chapeau de paille est aussi élastique, car si j'appuie avec mon doigt sur le fond, il reprendra sa forme première aussitôt que je cesserai d'appuyer. Les ressorts des pendules et des montres sont aussi en acier.

Pour certains objets, on donne la trempe à l'acier en le chauffant au *rouge cerise* et en le plongeant dans un bain d'eau froide, d'huile ou de graisse.

La trempe, rendant l'acier élastique et dur, lui donne les deux qualités qui distinguent ce métal.

Fabrication des aiguilles à coudre.

70. — Quand on considère la petitesse, le prix modique et surtout la simplicité d'une aiguille, on est porté à croire que cet instrument n'exige ni un long travail, ni une main-d'œuvre compliquée. Et cependant une aiguille, si fine qu'elle soit, passe entre les mains d'environ cent vingt ouvriers dont chacun est chargé d'une partie de la fabrication.

Les aiguilles sont généralement fabriquées avec du fil d'acier de première qualité. On en fait aussi avec du fil de fer qu'on acière après la fabrication.

Ce fil, plus ou moins gros suivant les aiguilles que l'on veut faire, est dévidé à l'aide d'un *rouet* : on le met ainsi en *écheveaux* que l'on coupe de la longueur de deux aiguilles. Un ouvrier dresse ces fils, au nombre de six mille à la fois; un autre les aiguise par les deux bouts sur une meule pour faire les deux pointes; un troisième, le *palmeur*, aplatit sur une enclume la barrette d'acier au milieu, un autre la coupe en deux.

Les aiguilles sont ensuite recuites dans un four, puis livrées au *perceur*, qui les marque, c'est-à-dire qui les perce à moitié avec un poinçon, puis au *troqueur* qui termine le trou commencé par le perceur : ce trou est le *chas*.

Ces deux opérations sont effectuées avec une incroyable rapidité par des enfants.

Un autre ouvrier, l'*évideur*, trace la cannelure et arrondit les têtes.

A partir du *palmeur* les opérations que nous venons d'indiquer s'exécutent aujourd'hui à l'aide de machines.

Arrivées à ce point, les aiguilles faites avec du fil de fer sont aciérées au moyen d'une cuisson dans des boîtes en

fonte sur un lit de charbon de bois. Celles faites avec du fil d'acier n'ont pas besoin de cette opération.

On procède ensuite au redressage : on redresse les aiguilles, puis on les *trempe* afin de les rendre plus *dures* et de meilleur usage.

Pour les *tremper*, on les fait rougir au feu sur une plaque de tôle, et on les jette brusquement dans l'eau froide : ce qui les rend moins souples, les empêche de se tordre entre les doigts.

Cela fait, on les *décrasse*, on les *recuit* pour qu'elles ne soient pas trop cassantes. On dresse à nouveau celles qui se sont faussées pendant cette dernière opération, puis on les livre au *polisseur*.

Le *polissage* est l'opération la plus longue et la plus coûteuse : elle dure plusieurs jours. Pour cela on les mouille d'huile, et on les saupoudre d'une poudre fine très dure appelée *émeri*.

Réunies en paquets de cinq cent mille, enfermées dans des sacs de toile, elles sont remuées au moyen d'une machine dirigée par un homme. On en polit 20 ou 30 paquets à la fois.

Après le polissage, on les nettoie, on les décrasse en les faisant passer par un bain chaud de savon, et on les dégraisse en les faisant tourner dans un tonneau avec de la *sciure de bois*.

Après cela on les *trie*, on les affile une dernière fois, et l'on redresse celles qui se sont courbées.

Elles sont mises par ordre de longueur, empaquetées puis livrées au commerce.

La ville de Laigle, dans le département de l'Orne, est, pour les aiguilles, le centre de la fabrication française.

Clous. — Pointes de Paris.

71. — Les *clous* qui sont partout d'un emploi si fréquent sont de plusieurs espèces, et leur nom indique presque toujours leur usage. C'est ainsi qu'on a des *clous à bateau, à cheval, à ardoises, à lattes, à souliers, à charrettes, à tapissier, à layetier*; — *des clous d'épingle* ou *pointes de Paris, des clous rivés, des clous à tête ronde, à tête de diamant, des clous sans tête*, etc.

En général, ils se fabriquent de plusieurs manières différentes, et se divisent, suivant le mode de fabrication employé, en : *clous forgés, clous découpés, clous fondus, clous d'épingle* ou *pointes*.

Les *clous forgés* se font avec du fer de bonne qualité. L'*ouvrier cloutier* a plusieurs verges de fer à sa disposition, qui sont toutes au feu à la fois sauf une qu'il travaille.

Il fait d'abord la pointe, puis il coupe le clou sans le séparer entièrement de la verge, afin de se servir de celle-ci pour l'introduire dans la *cloutière*, qui est une sorte de moule en fer percé d'un trou, dans lequel il engage la pointe du clou qu'il vient de forger, pour le rabattre et façonner la tête à coups de marteau.

Toutes ces opérations se font avec une telle rapidité qu'un ouvrier habile peut faire, par minute, jusqu'à 20 clous de moyenne grosseur.

Les *clous forgés* se font aussi aujourd'hui à la machine.

Les *clous d'épingle* ou *pointes de Paris* se font de deux manières. Par le premier procédé, on coupe des fils de métal longs de deux fois la longueur des *clous* que l'on

veut obtenir. On les dresse, on les aiguise aux deux extrémités; on les coupe par le milieu. Puis on place chaque partie dans un *étau*, en laissant passer au-dessus du *mors* ou *jointure des mâchoires de l'étau*, une quantité suffisante de fil de fer pour que, d'un seul coup de marteau, on puisse l'aplatir et former la tête du clou.

On les fabrique aussi aujourd'hui à l'aide de machines qui font vite et bien, ce qui permet de vendre les pointes presque au prix du fil de fer.

Les *pointes de Paris* ont remplacé dans une foule de cas les *clous forgés*; elles sont moins chères, moins cassantes, fendent moins le bois et unissent plus fortement les matières que l'on *cloue*.

Plumes métalliques ou plumes à écrire.

72. — La fabrication des *plumes métalliques* ne remonte guère qu'à 1850. Auparavant on se servait de plumes d'oie pour écrire.

Pour faire ces *plumes*, on prend des plaques d'acier de 1 m. 25 à 1 m. 50 de longueur, sur une largeur de 60 à 90 centimètres, et d'une épaisseur égale à celle des plumes que l'on veut avoir. On découpe ces plaques en *bandes* d'une largeur égale à deux fois la longueur des plumes que l'on veut obtenir. On porte ensuite ces bandes dans des *découpoirs* que des ouvrières mettent en mouvement. Une seule ouvrière découpe ordinairement 300 plumes à la minute.

A mesure qu'elles sont découpées, les plumes tombent dans une boîte, où une deuxième ouvrière les prend pour les *percer*. Une troisième ouvrière y pratique, si l'espèce de plumes le comporte, deux fentes longitudinales et latérales pour lui donner de l'*élasticité*. Une quatrième les courbe en *tuile*. Une cinquième fend le *bec* pour permettre à l'encre de couler. Une sixième abat les arêtes vives

qu'elles peuvent présenter, soit avec une lime douce, soit en les roulant en paquets avec de l'émeri. Une septième arrondit la pointe avec une meule fine comme celle à repasser les rasoirs.

On les jette ensuite en masse dans une terrine en fonte placée sur un feu vif. Quand elles sont chauffées au rouge, on les plonge dans une composition de *gomme-laque* et de plusieurs autres substances où on les laisse vingt-quatre heures pour qu'elles se colorent.

On les met ensuite, avec du sable très fin, dans un appareil qui rappelle le *moulin à griller le café*, et on les débarrasse de l'excédent de gomme qui les recouvre, en les faisant tourner avec rapidité.

Elles sont prêtes à être livrées au commerce.

Boulogne-sur-Mer est le principal centre français de cette fabrication.

Questionnaire. — 67. Qu'est-ce que l'acier? Qu'en fait-on? — 68. Quelles sont les qualités de l'acier? — 69. Pourquoi trempe-t-on l'acier? Comment se fait la trempe? — 70. Décrivez la fabrication des aiguilles. — 71. Quelles sont les principales sortes de clous? Dites ce que vous savez de leur fabrication. — 72. Décrivez la fabrication des plumes métalliques.

Treizième leçon.

CUIVRE. — LAITON. — ÉPINGLES. BRONZE.

Cuivre.

73. — Comme le fer, le *cuivre* se trouve dans la terre à l'état de minerai. Quelquefois on le rencontre pur, c'est-à-dire à l'*état natif*; mais c'est l'exception.

Bien que la manière de traiter le minerai de cuivre et les autres métaux que nous avons à étudier, soit généralement différente de celle qu'on emploie pour le minerai de fer, nous en dirons peu de chose. Ce sont des points de pratique que nous ne pouvons aborder ici.

C'est toujours par la chaleur qu'il faut terminer la série des opérations dans le traitement des minerais quels qu'ils soient.

Le cuivre, de couleur rouge, moins dur que le fer, est, après lui, le plus utile des métaux.

On en fait des ustensiles de cuisine : casseroles et chaudrons; on l'emploie aussi au doublage des navires.

La fabrication des casseroles et des chaudrons est un travail fort curieux. On prend un bloc de cuivre venant du fourneau de fusion. A l'aide d'un énorme marteau appelé *martinet*, mis en mouvement par l'eau ou la vapeur, ce bloc de cuivre, placé sur une enclume, est frappé à coups redoublés. Il s'amincit peu à peu sous le choc plusieurs fois répété du martinet, et finit par se creuser en un bassin informe.

Un *chaudronnier* (fig. 62) continue l'opération en frappant, toujours sur une enclume, cette ébauche de bassin, à petits coups de marteau soigneusement étudiés, jusqu'à ce que le bloc de cuivre ait acquis la forme voulue.



Fig. 62. — Chaudronnier battant le cuivre pour faire un chaudron.

C'est pour cela qu'on entend le chaudronnier frapper du matin au soir dans son atelier.

Pour achever la casserole ou le chaudron, on se sert d'un maillet en bois. De cette manière, les coups sont moins apparents sur le métal, et l'ustensile est plus beau, plus uni.

Les casseroles et les chaudrons en cuivre sont d'une belle couleur rouge; mais ils doivent être l'objet de soins tout particuliers, car ce métal a l'inconvénient, surtout au contact de matières acides, comme le vinaigre, par exemple, de se couvrir d'une rouille verdâtre appelée *vert-de-gris*. Et le vert-de-gris est un poison. Bien des fois, des personnes se sont empoisonnées en mangeant des aliments qu'on avait laissés se refroidir dans une casserole en cuivre.

Pour prévenir tout danger, il est donc indispensable de recourir à l'étamage pour les ustensiles en cuivre.

Le cuivre s'échauffe plus vite que le fer. Pour s'en assurer on peut faire l'expérience suivante.

On prend un morceau de fil de fer et un morceau de fil

de cuivre, tous deux de même longueur et de même grosseur. On leur met de la cire à l'un des bouts et l'on présente l'autre bout à un foyer quelconque, à la flamme d'une bougie par exemple.

La cire qui est sur le cuivre fond plus tôt que celle qui est sur le fer : la preuve est évidente.

On dit que le cuivre conduit mieux la chaleur que le fer.

Si l'on met sur deux foyers semblables deux casseroles, une en fer, l'autre en cuivre, de même grandeur et de même épaisseur, et contenant chacune la même quantité d'eau, l'eau de la casserole en cuivre bouillira la première.

Le *doublage* des navires consiste à recouvrir de cuivre la partie plongée dans l'eau. Cette précaution a pour but de préserver le bois des navires de l'attaque d'un mollusque marin appelé *taret*.

Le *taret* se loge dans le bois qu'il a percé.

Le cuivre jaune ou laiton.

74. — Une foule d'objets, tels que chandeliers, robinets, clairons, boutons de porte, sont également en cuivre.

Ils sont pourtant jaunes et non rouges. Pourquoi cela?

C'est que le cuivre, dans ce cas, n'est pas seul; il est allié à une petite quantité de zinc. Cet alliage constitue le *laiton*, que l'on obtient en fondant les deux métaux ensemble.

Le *laiton*, vulgairement appelé *cuivre jaune* à cause de sa couleur, est un métal assez résistant.

Il a aussi l'inconvénient de se couvrir de vert-de-gris si l'on n'a pas la précaution de le nettoyer avec soin.

Il est moins dur que le cuivre et fond plus facilement. Il est facile à réduire en *lame* et en *fil*.

Le fil de laiton est d'un usage journalier, quoique moins employé que le fil de fer.

Des épingles.

75. — La fabrication des *épingles* ressemble beaucoup à celle des aiguilles; mais elle est moins compliquée, exige moins d'ouvriers.

Elles sont généralement en *laiton blanchi*; mais aujourd'hui on fait aussi des *épingles en acier*, bien plus résistantes que les autres et dont la fabrication au moyen de machines est d'une grande simplicité.

Voici comment on procède dans l'ancien mode de fabrication : un ouvrier prend un paquet de fils de laiton, qu'il coupe en morceaux de la longueur d'une épingle; un deuxième les redresse; un troisième aiguise un peu une extrémité; un quatrième finit cette pointe; un cinquième rogne l'autre extrémité si c'est nécessaire.

Puis on fabrique les têtes qui se font à l'aide d'une machine qui comprime fortement le bout opposé à la pointe.

Autrefois, on fabriquait les têtes avec un fil de laiton d'une finesse suffisante que l'on enroulait en *spirale* et que l'on découpait ensuite de longueur voulue. Ces sortes d'anneaux étaient ensuite enfilés sur les épingles, et on les fixait au marteau. L'épingle perdait quelquefois sa tête.

Les têtes et les pointes faites, on procède au blanchiment des épingles. Pour cela, on les *décape* en les laissant pendant une demi-heure dans un mélange bouillant de *lie de vin* et une *dissolution de crème de tartre*; puis on les laisse pendant trois ou quatre heures dans une dissolution bouillante de *crème de tartre*.

Une épingle passe par les mains de quatorze ouvriers qui peuvent en faire cent mille par jour.

Des machines qui exécutent ces différents travaux ont fait baisser sensiblement le prix de cette marchandise.

Le bronze.

76. — Si, au lieu d'allier le cuivre au zinc, comme pour le laiton, on fond le cuivre avec de l'étain, on obtient le *bronze*, avec lequel on fabrique des statues, des fontaines, des médailles, des cloches, des sous, des centimes, des pendules et quantité d'autres objets.

Autrefois, avant de connaître le fer, les hommes fabriquaient des outils en bronze; mais ces outils étaient loin d'avoir la résistance de ceux en fer ou en acier.

Ajoutons qu'il existe plusieurs variétés de bronze, suivant l'usage auquel est destiné ce métal; c'est ainsi que le bronze des cloches n'est pas le même que celui des statues.

Questionnaire. — 73. Où peut-on trouver le cuivre? Sous quels états? De quelle couleur est le cuivre? Comment fait-on un chaudron? Parlez du vert-de-gris. Qu'est-ce que le doublage des navires? — 74. Parlez du laiton. — 75. Décrivez la fabrication des épingles. — 76. Que savez-vous du bronze?

Quatorzième leçon.

ZINC. — PLOMB. — ÉTAIN

Le zinc. Galvanisation du fer.

77. — Le *zinc*, dont la couleur tire sur le bleu, est un métal assez léger qui dans bien des cas remplace avantageusement le fer-blanc; il se rouille peu. D'ailleurs sa rouille le préserve plutôt qu'elle ne le ronge. Aussi l'emploie-t-on à de nombreux usages : c'est ainsi qu'on en fait des baignoires, des seaux, des arrosoirs, des gouttières pour recevoir l'eau des toits. On en fait même des toitures, qui sont très légères.

Ces toitures sont environ trois fois plus légères que celle d'ardoises, elle-même beaucoup moins lourde que la couverture en tuiles.

Voilà les avantages du zinc; mais il présente aussi, malheureusement, de graves inconvénients, car il brûle et fond facilement.

Dans un incendie le zinc fond; mais ce n'est pas tout. Ce métal, en brûlant, envoie de tous côtés des étincelles qui peuvent mettre le feu à des bâtiments voisins ou à d'autres choses. On emploie le zinc dans les feux d'artifice pour obtenir ces étincelles d'un blanc bleuâtre qui font l'admiration des spectateurs.

Le zinc est environ cinq fois moins résistant que le fer.

Ainsi, si nous attachions solidement au plafond ou ailleurs un fil de zinc et un fil de fer de même grosseur et de même

longueur, et qu'une personne fût juste assez forte pour rompre le premier en tirant dessus, il faudrait cinq personnes de même force que celle tirant sur le zinc pour rompre le fil de fer. On fait ces expériences avec des poids.

Les fils de fer, comme les *fils télégraphiques* par exemple, ont quelquefois besoin d'être préservés de la rouille. Et ceci se fait par un procédé simple et économique. On les recouvre de *zinc*, et l'on a des fils *galvanisés*.

Pour galvaniser le fil de fer, on le plonge dans un bain de zinc fondu. Aujourd'hui, on galvanise tout le fil de fer qui doit être exposé à l'air, comme les fils télégraphiques, ceux que l'on met dans les jardins pour soutenir les espaliers, ou que l'on emploie pour les *grillages*.

Mais pourquoi ne met-on pas du zinc sur les casseroles, au lieu d'y mettre de l'étain? Me direz-vous.

C'est parce que le zinc qui ne forme point de poison avec l'eau ordinaire, en formait avec certains de nos aliments, ceux dans lesquels il y a du vinaigre, par exemple.

Le zinc d'art.

78. — Au premier rang des jeunes industries de luxe, de goût, dont la France s'honore à juste titre, une des plus intéressantes est la fabrication du *zinc d'art*, connue sous le nom de *bronze imitation*. Cette industrie essentiellement parisienne remonte à 1826.

Coulé dans des moules d'un métal moins fusible que lui, le zinc en fusion se solidifie instantanément sans adhérer aux moules et en conserve rigoureusement les empreintes.

Ce ne fut, on le comprend, qu'après bien des tâtonne

ments qu'on arriva à un résultat satisfaisant. Le *zinc d'art* trouva des amateurs, attendu qu'il coûte moins cher que le bronze. La fabrication du vrai bronze, loin d'avoir rencontré une ennemie dans celle du *zinc d'art*, comme quelques-uns le craignaient, y a trouvé au contraire une puissante alliée. En effet, loin de nuire au bronze, le *zinc d'art* a singulièrement aidé à le répandre, en faisant pénétrer partout le goût de l'ameublement et des objets d'art.

Le zinc fondu dans le sable coûte à peu près le même prix que la fonte, et moitié prix du bronze. On peut lui donner même épaisseur, même aspect et même couleur qu'au bronze. Enfin, il peut, pour la commodité du transport, être divisé en parties faciles à manier et à remonter. C'est ce qui fut pratiqué pour la statue du roi de Cambodge exposée aux Champs-Élysées en avril 1875.

Le plomb.

79. — Le *plomb* est un métal lourd ; vous pouvez vous en assurer en le *soupesant.* Il pèse cependant beaucoup moins que l'or, qui, après le *platine*, est le plus lourd des métaux connus.

A volume égal, le plomb pèse environ 11 fois plus que l'eau. Autrement dit, 1 litre de plomb pèse autant que 11 litres d'eau.

Le plomb est tellement mou qu'on peut facilement le tordre à la main et le rayer à l'ongle. Bien que ce métal soit un violent poison, on l'emploie cependant à faire des tuyaux pour les conduites d'eau ; mais on a soin de les laisser préalablement se couvrir d'une mince couche de rouille, qui est sans danger, surtout au contact de l'eau ordinaire. Le plomb sert encore à fabriquer des balles de fusil et des *grains* dits *plomb de chasse.*

Ce métal fond si facilement qu'il ne résiste même pas à la flamme d'une bougie, comme le montre la figure 63.

On ne pourrait donc pas en faire des casseroles pour aller sur le feu.

Pour faire les tuyaux en plomb, on peut fondre le métal et le couler dans des moules. Mais on les fabrique aujourd'hui à l'aide d'une machine qui *refoule* le métal, comme l'appareil à faire le macaroni et les autres pâtes alimentaires refoule la pâte.

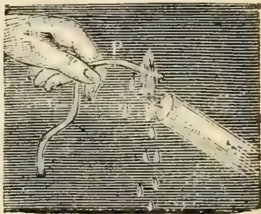


Fig. 63. — Copeau de plomb P fondant à la flamme d'une bougie.

On coule aussi les balles de fusil. Quant au plomb de chasse qui est en *grains*, la fabrication est bien différente.

On monte sur quelque chose de très élevé, sur une tour par exemple. On fait fondre du plomb que l'on verse dans un grand vase dont le fond est percé de petits trous. Le métal fondu tombe comme de la pluie dans une large cuve pleine d'eau, et les grains de plomb sont faits. Il ne reste plus qu'à les lustrer en les roulant dans de la plombagine en poudre, sorte de charbon qui sert à faire les crayons ordinaires.

Un morceau de plombagine frotté sur du papier, y laisse une trace grisâtre.

L'étain.

80. — L'étain est un métal gris blanc, assez mou, qui fond très facilement. Il s'oxyde peu; aussi est-il employé à la fabrication de certains vases pour mesurer les liquides, tels que le vin, l'eau-de-vie, ainsi qu'à la fabri-

cation des cuillères, des timbales, des feuilles minces qui servent à envelopper le chocolat.

Vous avez peut-être entendu dire que ces feuilles sont en plomb, mais cela n'est pas, fort heureusement ; car le plomb communiquerait au chocolat ses propriétés malfaisantes.

Bien que l'étain serve à étamer les ustensiles en fer et en cuivre, il est impossible de fabriquer des casseroles avec ce métal, car il fond trop aisément.

L'étain se travaille avec une grande facilité. Jadis, on trouvait dans les fermes et les châteaux des services de table entièrement en étain, d'une grande élégance et d'un beau travail.

Ces divers objets, plats, assiettes, écuelles, ne se voient plus guère aujourd'hui que dans les musées ou dans les collections d'amateurs qui attachent beaucoup de prix à ces ustensiles.

Quand on essaye de courber entre ses doigts, près de son oreille, une barre d'étain, on entend un petit craquement appelé *cri de l'étain.*

Questionnaire. — 77. Quelle est la couleur du zinc? A quoi sert le zinc? — 78. Qu'est-ce que le zinc d'art? Quels sont ses avantages? — 79. Le plomb est-il lourd ou léger? Quels sont ses autres caractères? Peut-on en faire des casseroles? Comment fait-on le plomb de chasse? — 80. De quelle couleur est l'étain? Quels sont les caractères de ce métal? A quoi sert ce métal?

Quinzième leçon.

OR. — ARGENT. — NICKEL. — MONNAIE

L'or et l'argent.

81. — Vous connaissez la couleur de l'*or* et de l'*argent* : *l'or est jaune, l'argent est blanc.*

On dit souvent que ces deux métaux sont les plus précieux de tous. Ils ont plus de prix que les autres parce qu'ils sont relativement rares et qu'ils ne s'altèrent pas à la température ordinaire. Mais il s'en faut de beaucoup qu'ils soient les plus utiles; pour l'utilité, le fer et le cuivre occupent assurément le premier rang.

L'or se trouve généralement, à l'*état natif*, dans les sables. L'*or natif* est celui qui existe dans la nature sous la forme métallique, c'est-à-dire à l'état pur.

L'argent et le cuivre se rencontrent aussi quelquefois à l'*état natif*. L'argent est, le plus souvent, associé à d'autres métaux; le minerai de plomb, par exemple, en renferme parfois une assez grande quantité.

L'or et l'argent s'allient avec le cuivre, qui leur donne de la résistance, de la dureté. Cet alliage sert à fabriquer des objets de grand prix, comme des bagues, des bracelets, des montres, des cafetières, etc., et une partie de notre monnaie.

Ces deux métaux sont très employés pour recouvrir des objets faits d'un autre métal. On a alors la *dorure* et l'*argenture*. L'argent recouvert d'or constitue le *vermeil* qui a une assez grande valeur.

La monnaie.

82. — Quand vous achetez un jouet, un chapeau, un livre, que donnez-vous en échange?

De la *monnaie* : des sous, des pièces d'or ou d'argent, n'est-il pas vrai?

Mais autrefois on n'avait ni pièces, ni sous; la monnaie était inconnue, et il était assez difficile de s'entendre sur le prix des objets marchandés. Supposez qu'il en soit de même aujourd'hui. Le pêcheur dirait au boulanger : « Combien me demandez-vous de poissons pour ce pain? » Le boulanger en demanderait un, ou deux, ou trois, suivant la valeur du pain et des poissons.

Qu'arriverait-il? que tous les habitants d'une localité viendraient demander du pain au boulanger en lui offrant en échange les objets les plus divers.

De temps à autre, par exemple, le cordonnier donnerait une paire de souliers au boulanger, au boucher, à l'épicier, et à ses autres fournisseurs. Et de la sorte, au bout de l'année, l'épicier, le boucher, le boulanger, se trouveraient à la tête d'un petit magasin de chaussures dont ils seraient, j'imagine, assez embarrassés.

Vous me direz qu'à leur tour, ils pourraient offrir ces souliers encombrants au charcutier, qui leur vend bien des choses; mais le cordonnier qui, lui aussi, aurait eu besoin de lard, de graisse, de viande, lui aurait fourni déjà bon nombre de souliers. Le charcutier ne pourrait donc recevoir toutes ces chaussures en échange de sa marchandise.

Il en serait ainsi pour chaque chose, et le commerce, on le comprend, serait très difficile, sinon impossible; chacun serait fort embarrassé dans ses affaires.

Pour obvier à cet inconvénient, les hommes ont pensé qu'il serait bon d'avoir une marchandise particulière qui

pût être acceptée sans aucune difficulté par tout le monde ; aussi ont-ils inventé la *monnaie*, qui est cette marchandise particulière.

Pour faciliter les échanges, on a dû fabriquer des pièces de valeurs diverses, d'une forme et d'un poids déterminés.

Nous avons quatre sortes de pièces : les *pièces d'or, celles d'argent, celles de bronze et celles de nickel.*

Les pièces d'or françaises sont aujourd'hui de 100, de 50, de 20, de 10 et de 5 fr. Il en existe encore quelques-unes de 40 francs, mais on n'en frappe plus.

Celles d'argent sont de 5 francs, de 2 francs, de 1 franc, de 50 et de 20 centimes.

Celles de bronze sont de 10, de 5, de 2 centimes et de 1 centime. On dit aussi *monnaie de cuivre* ou *de billon.*

Celles en nickel sont de 25 centimes. Mais on parle de les remplacer par des pièces de 20 centimes.

La monnaie d'or, à poids égal, a quinze fois et demie plus de valeur que la monnaie d'argent, qui elle-même en a vingt fois plus que celle de bronze.

Monnaie de nickel.

C'est en 1903 qu'on a commencé à frapper nos pièces de 25 centimes en nickel. On a fixé à quatre millions de francs la somme à émettre, ce qui représente 16 millions de pièces.

Mais on en avait déjà frappé pour quelques-unes de nos colonies. Ces monnaies portent le nom de *Bons* (fig. 64, 65).

C'est ainsi qu'en 1896, la *Monnaie de Paris* a frappé pour la Réunion 500 000 bons de 1 franc et 1 000 000 de bons de 50 centimes.

Pour la Martinique, la frappe s'est élevée à 300 000 bons de 1 franc et à 6 000 000 bons de 50 centimes.

Ces pièces sont faites d'un alliage de cuivre et de nickel.

Le nickel joue ici le rôle de l'or dans les pièces en or, et de l'argent dans celles en argent.

Dans les bons de la Martinique, il y a, sur 100 parties d'alliage, 25 parties de nickel et 75 de cuivre.

Dans ceux de la Réunion, il y a 15 parties de nickel et 85 de cuivre.



Fig. 64. — Jeton monnaie de la Martinique : face.



Fig. 65. — Jeton monnaie de la Martinique : verso.

Le nickel est un métal blanc qui ne se rouille pas et qui est d'un facile entretien. Aussi en fabrique-t-on une foule d'objets, tels que couverts, suspensions, montres, instruments de mathématiques et de chirurgie, etc.

Enfin, le nickel est aussi employé pour recouvrir d'autres métaux moins durs ou moins brillants.

Nous avons aujourd'hui une foule d'objets nickelés.

Fabrication des pièces de monnaie.

84. — La fabrication est la même pour nos différentes sortes de monnaies.

Le *métal monétaire*, c'est-à-dire l'*alliage* que nous connaissons déjà, est réduit en lames d'une épaisseur convenue pour chaque catégorie de pièces.

Ces lames sont ensuite découpées, à l'aide d'une machine, en *rondelles* d'un diamètre voulu, appelées *flans*.

Chaque *rondelle* ou *flan* a un poids précis : on les pèse une à une. Celles dont le poids est *exact* — et c'est la grande majorité tant l'épaisseur de la lame a été soigneusement réglée — sont mises à part.

On fait deux catégories des autres : celles dont le poids est trop fort sont *rabotées* à l'aide d'une machine qui leur enlève de très fins copeaux jusqu'à ce qu'elles soient arrivées au poids voulu. Celles au contraire qui sont trop légères, sont refondues pour être de nouveau réduites en lames.

Les *flans* dont le poids est exact, sont frappés au *balancier* et reçoivent ainsi l'*empreinte* sur les deux faces à la fois.

Le *balancier* se compose d'une forte *vis* en fer qui joue dans un *écrou* en cuivre. On fait tourner avec force cette vis en descendant : dans sa descente elle vient frapper une pièce d'acier nommée *coin*, où se trouve gravé en creux le dessin d'une face de la pièce.

Un autre *coin*, portant en dessus le dessin de l'autre face, est au-dessous, reposant sur un appui solide, inébranlable.

Le *flan* est donc ainsi serré par le choc entre les deux *coins* : voilà comment il reçoit l'empreinte sur les deux faces à la fois et devient une *pièce de monnaie*.

Les monnaies sont frappées en France sous la haute surveillance de l'État, dans un établissement nommé *Hôtel des Monnaies*.

Les particuliers qui s'avisent de frapper des monnaies sont appelés *faux monnayeurs*, et sont sévèrement punis par la loi s'ils se laissent prendre : ce qui arrive de temps en temps.

QUESTIONNAIRE. — 81. De quelle couleur sont l'or et l'argent? Qu'est-ce que l'or natif, l'argent natif? — 82. Quelle est l'utilité de la monnaie? Comment faisaient les hommes avant d'avoir de la monnaie? En quoi est notre monnaie? Quelles sont les pièces en or, argent et bronze? — 83. Que savez-vous sur la monnaie de nickel? — 84. Qu'est-ce que l'Hôtel des Monnaies? Comment fait-on les pièces? Qu'est-ce qu'un faux monnayeur?

TROISIÈME PARTIE

MOYENS DE TRANSPORT VOIES ET MOYENS DE COMMUNICATION

Seizième leçon.

MOYENS DE TRANSPORT. — ROUTES COURS D'EAU

Moyens de transport et de communication.

85. — Les *Moyens de transport et de communication* sont multiples. C'est grâce à eux que les hommes se transportent d'une région à l'autre et se procurent les divers produits de leur pays ou des pays voisins.

Il faut considérer deux choses dans les transports :

1° Les *voies de communication*, qui sont la *mer*, les *rivières* et les *fleuves*, les *canaux*, les *routes*, les *chemins de fer*;

2° Les différents *véhicules* : *voitures*, *bateaux*, *wagons*.

On peut ajouter les *Postes et Télégraphes*, ainsi que le *Téléphone*.

La mer est une *voie de communication naturelle* parcourue par les navires à voiles et à vapeur.

Il en est ainsi des *cours d'eau* : *fleuves*, *rivières*, *canaux*.

Les *voies de communication terrestres* sont toutes artificielles : c'est toujours l'homme qui les a créées. Et s'il ne les a que perfectionnées, il l'a fait à un tel point que le perfectionnement équivaut à une création.

Les plus nombreuses sont d'abord les *chemins ordinaires*, puis viennent les *routes*, enfin les *chemins de fer*.

Les *chemins ordinaires* sont les nombreuses *voies* qui sillonnent le pays dans tous les sens, que l'on entretient mal ou pas du tout.

Les *chemins de fer* sont des routes destinées à être parcourues par les *trains* mus à l'aide de la vapeur. Leur nom vient de ce qu'ils sont munis de *bandes de fer* ou *rails*, auxquelles s'adaptent les roues des wagons, qui ont une forme spéciale. Il y a aussi quelques locomotives de chemin de fer actionnées par l'électricité.

Routes.

86. — Les *routes* sont des chemins établis par l'homme, d'une longueur prévue et dans des conditions déterminées. Elles sont de trois sortes :

1° Les routes dites *communales* ou *chemins vicinaux*, qui sont les plus étroites et servent à faire communiquer entre elles les *communes voisines*, et sont établies et entretenues par ces communes. Elles s'étendent aujourd'hui sur toute la France, et sont un vrai bienfait pour l'agriculture, le commerce et l'industrie.

2° Les routes *départementales*, établies et entretenues aux frais des départements, et servant à faire communiquer les différentes communes d'un département.

3° Enfin les routes *nationales*, qui traversent quelquefois une grande partie de la France. Elles servent principalement à mettre Paris en communication avec les différentes régions de la France : elles se ramifient plus ou moins.

Nos routes sont entretenues par des hommes appelés *cantonniers.* De temps en temps on les *charge. Charger* une route ou *l'empierrer*, c'est y mettre une couche de *pierres cassées* d'une certaine grosseur. La route est alors dite *empierrée.* Les pierres dures sont les meilleures, comme le *silex* et les autres *pierres siliceuses*; puis certains *calcaires* durs.

Le calcaire tendre est mauvais : il donne beaucoup de boue quand il pleut et beaucoup de poussière par les temps secs.

Quelques routes sont *pavées* comme les rues des villes. Il y en a aux environs immédiats de Paris, où l'on emploie des *pavés* de *grès*, qui sont excellents. Le *grès* se *fend* facilement, ce qui est un grand avantage.

Les *routes*, comme toutes les autres *voies de communication* se développent dans un pays en même temps que la civilisation, l'agriculture, le commerce et l'industrie. Les peuples sauvages n'en ont point.

C'est ainsi que notre pays, la Gaule, n'en eut point, aussi longtemps que ses habitants vécurent à l'état sauvage.

Les vastes forêts qui le couvraient n'étaient sillonnées que par quelques rares sentiers.

Les Romains en ayant fait la conquête sous la conduite de Jules César, un demi-siècle avant notre ère, y établirent des routes que nous appelons des *voies romaines*, dont quelques-unes, ou plutôt quelques tronçons subsistent encore aujourd'hui, plus ou moins reconnaissables.

Voies romaines.

87. — Lyon est le point de départ de quatre grandes *voies romaines* construites par Agrippa, ministre et gendre de l'empereur Auguste. Agrippa vécut de l'an 64 à l'an 12 avant Jésus-Christ.

Elles traversaient les forêts et les marais dont la Gaule était couverte, et aboutissaient aux quatre frontières de ce pays : l'une allait à la Méditerranée et aboutissait à Marseille ; l'autre allait au Rhin, passait à Mayence, et se dirigeait sur Leyde ; une troisième allait à Boulogne sur la Manche, et la quatrième atteignait l'Océan à Brest.

Une cinquième grande voie partait de Marseille pour gagner Bordeaux, par Narbonne.

Sur d'autres voies moins importantes s'en embranchaient une quantité d'autres, dont on retrouve les restes sur plusieurs points de la France.

Toutes étaient jalonnées, de mille en mille pas, par des bornes monumentales, dites *bornes milliaires*.

Routes à partir du moyen âge.

88. — Au xe et au xie siècle, on voyageait peu. L'abbé de Cluny en Bourgogne s'effrayait à l'idée d'un voyage à Saint-Maur, près de Paris, dans une *contrée étrangère et inconnue*, disait-il.

Les routes n'étaient pas entretenues ; les ponts romains, tombés en ruine, n'étaient plus remplacés que par des ponts en bois, qui étaient souvent en mauvais état.

En beaucoup d'endroits, il fallait passer les rivières à gué, c'est-à-dire les traverser en passant dans l'eau, et les noyades étaient fréquentes.

Henri IV perfectionne les routes.

89. — Sous le règne d'Henri IV, les voies de communication sont perfectionnées. Son ministre Sully répare les anciennes routes, en trace de nouvelles, le long desquelles il fait planter des arbres, parce que l'ombre préserve la chaussée des ardeurs du soleil. Les paysans appe-

laient ces arbres des *Rosny*; mais, dans leur aversion routinière contre les nouveautés, souvent ils les décapitaient.

Plus tard, sous Louis XIV, Colbert sillonna de bonnes routes tout le royaume de France. Ce qui n'a cessé de se pratiquer depuis.

Postes. Organisation romaine.

90. — Sur les *voies romaines* qui sillonnaient la Gaule, les empereurs romains organisèrent un service des *postes* avec des relais où l'on changeait de chevaux et de voitures, pour le transport des lettres et des dépêches, des agents impériaux et des chefs militaires.

Ainsi le réseau des voies romaines et les lignes des postes amenèrent partout l'unité de l'action administrative et militaire.

Louis XI crée le service des postes en 1464.

91. — Pour assurer la rapide transmission de ses ordres, Louis XI, roi de France de 1461 à 1487, reprenant l'ancienne institution de l'empire romain, créa en 1464 le service des *Postes*. Sur tous les grands chemins du royaume, de quatre lieues en quatre lieues, il établit des *relais de chevaux*. Les courriers à cheval, partis de Paris, pouvaient transporter ses lettres aux extrémités du royaume. Il mit à la tête de ce service un *grand maître des coureurs de France*. Mais la poste du roi ne servait qu'à lui et ne se chargeait pas des messages des particuliers. Ce ne fut qu'en 1506, que le roi Louis XII autorisa les particuliers à se servir des *relais de poste*. Mais déjà du temps de Louis XI, l'Université avait ses *messagers*, qui entretenaient les communications des écoliers et de leurs familles et qui servirent le public.

Henri IV et les postes.

92. — Sur les routes qu'il avait créées ou réparées, Henri IV établit des moyens de communication réguliers et rapides. A son arrivée au trône, Paris n'était en relations avec le reste de la France que par trois services de *coches* : dans les directions d'Orléans, d'Amiens, de Rouen. Il établit sur toutes les routes des chevaux de *relais* qui, moyennant une faible rétribution, étaient à la disposition des voyageurs pour leurs carrosses, des négociants pour leurs voitures de marchandises, des paysans pour leurs charrettes de denrées.

Ceci dit, voyons quel est l'état actuel de nos voies de communications.

Nos routes.

93. — Colbert continua l'œuvre de Sully. Les progrès les plus sérieux furent réalisés dans la seconde moitié du XVIII[e] siècle, époque à laquelle fut créé le service des ponts et chaussées (1750), et où la France eut pour ministre Turgot.

Depuis la Révolution de 1789, on s'est occupé plus spécialement des routes départementales et des chemins vicinaux. On s'en occupa en particulier sous Louis-Philippe, Napoléon III et enfin sous la troisième République qui est la nôtre.

La France actuelle est le pays du monde le mieux doté en fait de routes : les montagnes elles-mêmes y sont dotées de chemins, presque toujours excellents.

Elle compte plus de 38 000 kilomètres de routes nationales, plus de 30 000 kilomètres de routes départe-

mentales, plus de 600 000 kilomètres de chemins vicinaux et routes communales.

Les routes françaises ont donc un développement total de plus de 670 000 kilomètres.

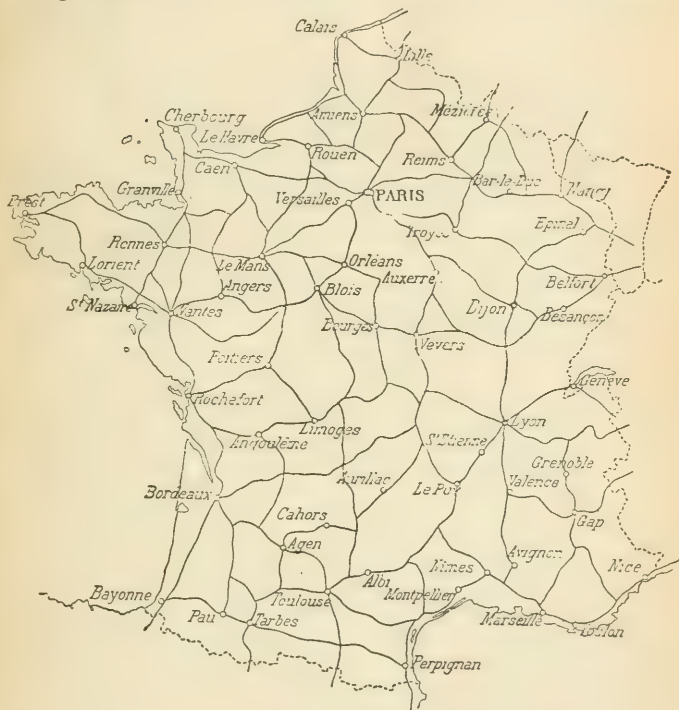


Fig. 66. — Carte de France avec les routes nationales.

Les grandes routes d'autrefois étaient loin d'être ce que sont nos grandes routes actuelles.

En effet, la grande route par laquelle Charles-Quint traversa la France, n'avait qu'environ 8 pieds de large, ce qui fait environ 2 m. 60 centimètres.

Rivières navigables et canaux.

94. — Les cours d'eau, fleuves et rivières de France ont un développement total de plus de 8 400 kilomètres.



Fig. 67. — Canaux de France.

La Durance est la seule grande rivière qui soit totalement impraticable. Les autres servent plus ou moins à la navigation, soit naturellement, soit après quelques aménagements.

Les canaux ou cours d'eau artificiels datent de diverses époques. Les plus anciens remontent au commencement du XVIIe siècle; mais la plupart sont de la moitié du XIXe. On en établit encore de temps en temps, car ils rendent d'immenses services pour le transport des marchandises lourdes et encombrantes.

Actuellement les canaux de France ont ensemble plus de 5 000 kilomètres. Ils se divisent en canaux latéraux, suivant les rivières et les fleuves, et canaux de jonction, qui relient les différents bassins.

Les principaux *canaux latéraux* sont :

Le canal latéral à la Marne, le canal latéral à la Loire, le canal latéral à la Garonne.

Les principaux *canaux de jonction* sont :

Le canal de Saint-Quentin, entre l'Oise, l'Escaut et la Somme;

Le canal de la Sambre à l'Oise, et le canal des Ardennes;

Le canal de la Marne au Rhin, par Bar-le-Duc, Nancy;

Le canal de Bourgogne, entre l'Yonne et la Saône;

Le canal du Nivernais, entre l'Yonne et la Loire;

Le canal du Loing, bifurqué en amont de Briare et d'Orléans, entre la Seine et la Loire;

Le canal de l'Est, entre la Saône et la Meuse;

Le canal du Rhône au Rhin;

Le canal du Centre, entre la Loire et la Saône;

Le canal du Berry;

Le canal d'Ille-et-Rance et celui de Nantes à Brest;

Le canal des Deux-Mers, entre la Garonne, l'Aude et le Rhône.

Certains cours d'eau naturels sont canalisés, c'est-à-dire approfondis à l'aide d'écluses et de barrages qui régularisent leur écoulement.

Chemins de fer. — Télégraphes, téléphones.

95. — Le premier chemin français date de 1828. Il était établi entre Saint-Étienne et Andrézieux.

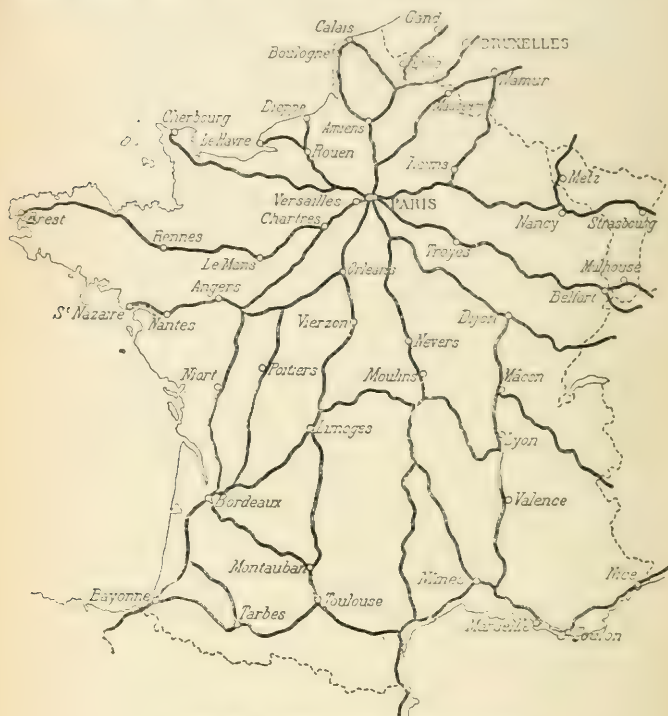


FIG. 68. — Chemins de fer français.

Ce fut en 1842 que fut décidée la création d'un véritable réseau national en France.

Notre pays a aujourd'hui près de 42 000 kilomètres de voies ferrées.

Les chemins de fer français sont exploités par sept grandes compagnies : du Nord, de l'Est, de Paris à Lyon et à la Méditerranée, d'Orléans, du Midi, de l'Ouest, de l'État.

La Compagnie du Nord a six lignes principales :

1° De Paris au Tréport, par Beauvais;

2° De Paris à Calais, par Creil, Amiens, Boulogne;

3° De Paris à Dunkerque, par Creil, Amiens, Arras;

4° De Paris à Lille et Anvers, par Creil, Amiens, Arras;

5° De Paris à Maubeuge, par Creil et Saint-Quentin;

6° De Paris à Hirson, par Laon.

La Compagnie de l'Est a trois lignes principales :

1e De Paris à Givet, par Épernay et Reims;

2° De Paris à Avricourt et Strasbourg, par Épernay, Nancy.

3° De Paris à Belfort et Mulhouse, par Troyes et Langres.

La Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée comprend deux lignes principales :

1° De Paris à Lyon et à la Méditerranée, par Moret, Dijon, Mâcon, Lyon, Marseille et Nice;

2° De Paris à Nîmes, par Moret, Gien, Nevers, Clermont-Ferrand, Alais.

La Compagnie d'Orléans a trois grandes lignes :

1° De Paris à Bordeaux, par Orléans, Tours, Poitiers;

2° De Paris à Toulouse, par Orléans, Limoges, Montauban;

3° De Paris à Saint-Nazaire, par Orléans, Tours, Angers, Nantes.

La Compagnie du Midi a trois lignes principales :

1° De Bordeaux à Bayonne et en Espagne;

2° De Bordeaux à Cette, par Agen, Toulouse et Narbonne;

3° De Narbonne à Perpignan, Port-Vendres et Barcelonne, en Espagne.

La Compagnie de l'État, qui ne date que de 1879, a deux lignes principales :

1° De Paris à Bordeaux, par Chartres, Saumur, Niort, Saintes;

2° De Nantes à Bordeaux, par La Rochelle, Rochefort et Saintes.

Tous ces réseaux, sauf celui du Midi, ont leur centre à Paris. Pour cela, celui de l'État emprunte la ligne de l'Ouest, par la gare Montparnasse.

L'État est en train de racheter le réseau de l'Ouest.

Un grand nombre de tramways à vapeur, à air comprimé ou électriques existent aujourd'hui en France.

Voici un exemple qui peut donner une idée de l'avantage, pour un pays, des voies de communications.

Autrefois, le bois avait peu de valeur dans les régions montagneuses. Sur les hauts plateaux du Jura, par exemple, il y a un siècle, un gros sapin de 2 mètres de circonférence, c'est-à-dire de tour, se vendait 5 francs. Aujourd'hui il vaut 100 francs.

Dans ce même pays, des sapins de 3 m. 60 à 4 mètres de tour, se vendent de 500 francs à 1 000 francs. Autrefois ces arbres auraient péri sur pied, on n'aurait pas trouvé à les vendre.

Toujours dans ce même pays, certaines parties des sapinières valent jusqu'à 30 000 francs l'hectare, tandis qu'elles ne valaient pas 500 francs il n'y a qu'un siècle.

Cette augmentation de valeur, vient de l'établissement de voies ferrées qui permettent de transporter le bois de là dans tous les pays où on l'utilise.

On a tendu le long des chemins de fer et des routes, sur toute la France, près de 65 000 kilomètres de fils télégraphiques, qui transmettent chaque année environ 45 millions de dépêches. Le télégraphe transmet à toutes les distances les communications écrites.

Le téléphone, au contraire, transmet les communications parlées. Il y a des lignes téléphoniques entre Paris et les principales localités de France, et entre Paris et les villes importantes des autres pays.

La France possède enfin environ 7 500 bureaux de poste, plus de 15 000 appareils de télégraphie électrique, plus de 92 000 kilomètres de lignes télégraphiques, environ 341 000 kilomètres de fils.

Le téléphone a aussi des postes presque dans les plus petites localités et se répand de plus en plus.

Questionnaire. — 85. Que faut-il considérer dans les moyens de transport et de communication? Quelles sont les voies de communication naturelles? Quelles sont les voies de communication terrestres? — 86. Qui a établi les routes? Quelles sont les différentes catégories de routes? Qu'indique le développement des routes dans un pays? — 87. Qu'appelle-t-on voies romaines? Nommez les principales? — 88. Qu'étaient les routes au moyen âge? — 89. Que fit Henri IV? — 90. Qui organisa les postes en Gaule? — 91. Que fit Louis XI en 1464? — 92. Que fit Henri IV pour les postes? — 93. Que savez-vous sur nos routes nationales? — 94. Dites ce que vous savez sur les cours d'eau navigables et sur les canaux? — 95. Dites ce que vous savez sur nos chemins de fer.

Dix-septième leçon.

FLOTTAGE. — NAVIGATION. — COURS D'EAU.

Les corps plus légers que l'eau flottent à sa surface.

96. — Faisons une expérience.

Prenons un vase en verre rempli d'eau.

Plaçons une bille sur cette eau, et lâchons-la. Elle tombe au fond. Pourquoi? Vous le savez tous, c'est parce qu'elle est plus lourde que l'eau, ou, si vous aimez mieux, un litre de billes pèse plus qu'un litre d'eau.

Jetons-y maintenant un bouchon de liège; il s'enfonce très peu; il flotte à la surface : c'est qu'il est plus léger que l'eau.

S'il existait un liquide moins lourd que le liège, celui-ci enfoncerait dedans au lieu de rester à sa surface.



Fig. 62. — Flottage.

Un corps pourrait donc flotter à la surface d'un liquide, et enfoncer dans un autre.

Ce n'est pas encore tout.

Le même corps peut flotter sur l'eau dans un cas, et s'y enfoncer dans un autre cas : cela dépend de la forme qu'on lui donne.

Prenons deux morceaux de ce papier d'étain dont on se sert pour envelopper le chocolat; mais deux feuilles

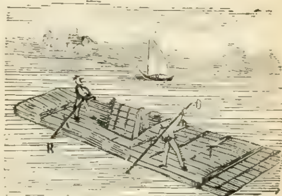
de même grandeur et de même épaisseur, et par conséquent de même poids.

Je fais du premier une *boulette* que je maintiens sur l'eau. Je la lâche, elle tombe au fond.

Je façonne la deuxième en un petit bateau, que je pose sur le liquide où il reste. De plus, je peux mettre dedans certains petits objets qui par leur propre poids tomberaient au fond de l'eau, et cependant le bateau ne s'enfonce pas.

La boulette que vous avez vue tomber au fond de l'eau, placée dessus ne le fait même pas enfoncer.

Ceci vous explique pourquoi les bateaux et les navires qui sont garnis d'épaisses plaques de métal, et en même temps chargés de matériaux beaucoup plus lourds que l'eau restent à la surface de ce liquide.


Fig. 70. — Radeau.

La forme du corps est donc pour quelque chose dans la question du *flottage*.

La figure 69 montre une pièce de bois flottant sur l'eau, et la figure 70, un radeau en marche sur un fleuve ou une rivière.

La navigation.

97. — L'eau est très utile à l'homme, aux animaux et aux végétaux. Elle leur est même indispensable. Sans eau, pas de vie possible sur notre globe.

Voici comment Fénelon, qui vécut de 1651 à 1715, a parlé de ce liquide :

« L'eau désaltère non seulement les hommes, mais encore les campagnes arides, et Dieu, qui nous a donné

ce corps fluide, l'a distribué avec soin sur la terre, comme les canaux d'un jardin. Les eaux tombent des hautes montagnes où leurs réservoirs sont placés : elles s'assemblent en gros ruisseaux dans les vastes campagnes pour les mieux arroser ; elles vont enfin se précipiter dans la mer, pour en faire le centre du commerce de toutes les nations. Cet Océan, qui semble être mis au milieu des terres pour en faire une éternelle séparation, est au contraire le rendez-vous de tous les peuples, qui ne pourraient aller par terre d'un bout du monde à l'autre qu'avec des fatigues, des longueurs et des dangers incroyables. »

En effet, les mers sont le *trait d'union* entre tous les peuples de la terre. Elles sont sillonnées dans toutes les directions, et à toute heure du jour et de la nuit, par des milliers de navires qui transportent passagers et marchandises.

Les fleuves et les rivières, ces *chemins qui marchent*, servent aux mêmes fins entre les citoyens d'une même contrée, ou les habitants de deux contrées.

Quand les rivières et les fleuves creusés par la nature ne suffisent pas, on creuse des rivières *artificielles*.

Les voies de communication de la mer.

98. — Non, la mer n'a pas autant séparé les continents qu'on serait tenté de le croire, et elle est surtout plus facile à franchir que les chaînes de montagnes ou les déserts. Les plus hautes chaînes de montagnes, les Pyrénées, les Alpes, les Balkans, le Caucase, l'Altaï, l'Himalaya, le désert de Gobi, le Sahara, rendent la communication des nations entre elles plus difficile que la Manche, la Méditerranée, la mer Rouge, l'Atlantique et le Pacifique.

La mer a même cet avantage qu'elle nous offre des routes toutes faites, qui ne coûtent pas un centime d'entre-

tien, et dont la largeur est si considérable que des centaines de véhicules peuvent y marcher de front.

A l'instar des États où le réseau des voies de communication est achevé, l'Océan a des courants aux dimensions colossales, qui sont comme les routes nationales; des courants de second ordre, qui sont comme les routes départementales; des courants de troisième ordre, qui sont comme les chemins communaux, et des courants de quatrième ordre, qui sont comme les chemins vicinaux.

Cette comparaison est très rationnelle, car les courants, grands ou petits, constituent réellement, pour la plupart, de véritables routes, tracées sans le secours de l'homme, par la Providence, pour relier les continents que l'eau sépare, et rapprocher les hommes à l'aide de l'échange des produits du sol et de ceux de l'industrie.

Cours d'eau. Rivières. Fleuves.

99. — La source venant d'une nappe d'eau souterraine forme un petit *ruisseau*, et une quantité de petits ruisseaux finissent par se réunir pour en former un plus important. Quand le volume d'eau est plus considérable, il prend le nom de *rivière*. Les rivières se réunissent, et forment un *fleuve*, dont les eaux se rendent à la *mer*.

Les fleuves et les rivières ont une très grande importance pour un pays, qui leur doit quelquefois toute sa richesse, grâce à la fertilité qu'ils donnent à son sol, et aux nombreuses machines qu'ils mettent en mouvement dans les usines et ailleurs. Mais les fleuves et les rivières sont encore des *routes*, des *chemins* sur lesquels s'effectuent des transports de toutes sortes.

Des travaux savamment entrepris et exécutés en régularisent quelquefois le cours et facilitent la circulation des bateaux et permettent de les charger davantage. Aussi

voyons-nous tous les jours les villes situées sur les cours d'eau navigables prendre de plus en plus d'importance. Un courant lent et profond est très avantageux pour le transport des marchandises.

Une rivière est dite *flottable* quand elle peut porter des *radeaux* et des *trains de bois*; *navigable*, lorsqu'elle peut porter des embarcations ou bateaux.

Mais tous les cours d'eau ne sont pas susceptibles de servir à la navigation : les uns sont trop rapides, comme le Rhône, les autres trop peu profonds, comme la Loire. Quelquefois leur lit est obstrué par des rochers ou des bancs de sable, qui feraient courir aux bateaux des dangers continuels. D'autres sont sujets à des crues subites qui les rendent dangereux.

De plus, la nature n'a pas creusé partout des fleuves et des rivières.

QUESTIONNAIRE. — 96. Que faut-il pour qu'un corps flotte sur l'eau? Pourquoi un bateau chargé de pierres ne s'enfonce-t-il pas? — 97. Qu'a dit Fénelon de l'eau et de la mer? — 98. Les mers sont-elles un obstacle aux relations des hommes? — 99. Quelle est l'utilité des fleuves et des rivières? Quand dit-on qu'un cours d'eau est flottable, navigable?

Dix-huitième leçon.

CANAUX. — ÉCLUSES. — ŒUVRE DE RIQUET ŒUVRE DE LESSEPS

Canaux.

100. — L'homme a creusé et creuse encore tous les jours des *canaux*. Il leur donne la profondeur qu'il veut et règle à volonté la rapidité du courant.

Les canaux sont des *rivières artificielles*, c'est-à-dire creusées par la main de l'homme; ils servent à rendre plus facile la navigation d'une rivière ou d'un fleuve, à réunir deux rivières ou deux fleuves, ou une rivière et un fleuve. Ils permettent aux bateaux de parcourir tout l'ensemble d'un pays.

Les *canaux* rendent d'immenses services : ils permettent de transporter à bon marché à travers une immense étendue de pays des marchandises de toutes sortes.

Quoique les bateaux marchent plus lentement sur certains *canaux* que les voitures sur les routes et les chemins de fer, ce mode de transport est cependant très économique; car les bateaux dépensent peu et permettent de transporter les marchandises lourdes et encombrantes.

Certains *canaux* sont creusés sur les bords des rivières; mais seulement dans les parties où elles ne sont pas navigables. Ce sont des *canaux latéraux* qui permettent aux bateaux de passer d'une partie navigable de la rivière dans une autre partie également navigable, sans risquer de se briser ou de s'échouer sur un banc de sable. D'autres vont

d'un cours d'eau à un autre à travers la plaine, ce sont les *canaux de jonction.*

D'autres enfin font communiquer le bassin d'un fleuve ou d'une rivière avec le bassin d'un autre fleuve ou d'une autre rivière : ce sont les *canaux à point de partage.*

Il n'est pas rare de voir un bateau sur un canal, tiré



Fig. 71. — Bateau halé par un cheval.

par des hommes, des bœufs ou des chevaux (fig. 71) marchant sur un chemin établi sur le bord du canal, et appelé *chemin de halage.*

Bief. Écluses.

101. — Pour que les bateaux puissent naviguer sur les canaux, aussi facilement dans un sens que dans l'autre, il faut qu'il n'y ait presque pas de courant, c'est-à-dire presque pas de pente.

Comme la rivière a généralement une pente sensible depuis sa source jusqu'à son embouchure, et que le *canal latéral* doit la suivre, il est indispensable de le former de plusieurs parties, dans chacune desquelles le niveau de l'eau est différent de celui qui est *en amont* et de celui qui est *en aval.*

Tandis que la rivière est un seul plan incliné de sa source à son embouchure, c'est-à-dire une seule *route* descendant constamment en pente douce, les diverses parties du canal représentent les marches d'un escalier très doux : elles sont presque *horizontales*. Chacune des marches, c'est-à dire chaque partie du canal se nomme *bief*, et peut être très longue, avoir un ou plusieurs kilomètres, suivant que la pente du cours d'eau est plus ou moins forte.

Il faut que les bateaux puissent passer facilement d'un *bief*, dans l'autre, aussi bien en remontant qu'en descendant. Ce passage se fait au moyen d'*écluses* (fig. 72 et 73).

L'écluse consiste en une courte partie de canal, fermée

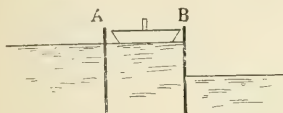


Fig. 72. — Écluse pleine d'eau : le bateau y entre.

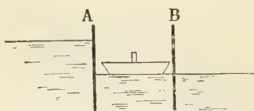


Fig. 73. — Écluse vidée : le bateau passe dans le bief inférieur.

à chacune de ses extrémités par de solides *portes* qui retiennent l'eau. Cette partie de canal comprise entre deux *biefs consécutifs* et limitée par les deux portes, est juste assez longue et assez large pour contenir les plus gros bateaux qui doivent naviguer sur le canal. Si les deux portes d'une écluse, celle d'*amont* et celle d'*aval* étaient ouvertes, l'eau du bief supérieur se précipiterait avec force et tomberait dans le bief inférieur, et le supérieur serait bientôt à sec.

Une des deux portes doit être fermée pendant que l'autre est ouverte.

Supposons une écluse où se trouve un bateau dans le *bief supérieur* et que l'on veuille faire passer, descendre dans

le *bief* inférieur. Supposons aussi l'eau de l'*écluse* au niveau de celle du bief supérieur. On ouvre la porte qui fait communiquer l'*écluse* avec le *bief supérieur* et l'on fait avancer le bateau de manière qu'il soit tout entier dans l'écluse. Puis on ferme la porte derrière le bateau. Ensuite, au moyen d'une *vanne* située dans la porte qui fait communiquer l'écluse avec le *bief inférieur*, on laisse l'eau s'écouler de l'*écluse* dans le bief inférieur : alors on ouvre la porte de communication, et le bateau peut avancer.

Supposons maintenant le bateau dans le bief inférieur. On le fera passer dans l'écluse où l'eau est au niveau de celle du bief inférieur : on fermera la porte d'*aval*. En ouvrant la *vanne* de la porte d'*amont*, l'eau entrera peu à peu dans l'*écluse* et montera en soulevant le bateau jusqu'au niveau du bief supérieur. La porte d'*amont* étant ouverte, le bateau pourra passer dans le *bief supérieur*.

Canaux à point de partage.

102. — Les *canaux à point de partage* sont ceux qui font communiquer deux bassins en franchissant les collines et les montagnes qui séparent les bassins. Ils s'élèvent, par des écluses successives, le long des versants, et ils redescendent de l'autre côté.

Pour établir un semblable canal, il faut pouvoir l'alimenter par son bief supérieur, qui doit fournir l'eau nécessaire à la marche des bateaux.

Un lac situé sur la colline ou la montagne peut l'alimenter; mais on n'en trouve pas partout.

Alors on fait passer le canal par l'un des cols les plus bas de la chaîne de montagnes, et l'on établit au-dessus du bief supérieur des *réservoirs d'alimentation* qui reçoi-

vent les eaux des parties de la montagne situées au-dessus des réservoirs : eaux de sources, de pluies, ruisseaux, etc.

Pour établir un *réservoir*, on barre, au moyen d'une *digue*, toute une vallée qu'il faut choisir de manière à obtenir la plus grande capacité avec le moins de frais possible. Il doit être assez grand pour alimenter convenablement le canal, même pendant les grandes sécheresses.

La France, nous l'avons vu, possède plusieurs *canaux à point de partage*, comme le canal de Saint-Quentin, qui fait communiquer l'Escaut avec l'Oise; celui de Briare, qui fait communiquer la Seine avec la Loire, qui a une longueur de 53 kilomètres, et qui est alimenté par 18 étangs ou réservoirs et par la rivière du Loing.

Mais le plus remarquable est le *Canal entre deux mers*, ou *canal du Languedoc*, qui fait communiquer, par l'intermédiaire de la Garonne, l'océan Atlantique avec la Méditerranée.

Il fut creusé sous le règne de Louis XIV, par l'ingénieur français Riquet, qui vécut de 1604 à 1680.

Riquet et le canal du Languedoc.

103. — Toute sa vie, Riquet fut préoccupé par l'idée d'établir un canal pour faire communiquer l'Atlantique et la Méditerranée à travers la France. Mais les Cévennes ou Montagnes Noires qui s'élèvent entre les deux étaient un obstacle gênant, car il ne voyait pas le moyen de les faire franchir par un canal.

Mais un jour étant dans la montagne, au passage qu'on appelle le *col de Naurouze*, et pensant toujours à son vaste projet, le hasard le servit. Un petit ruisseau qui coulait à ses pieds se dirigeant vers l'Océan, rencontra un obstacle à son cours, et se mit à couler dans la direction opposée, vers la Méditerranée.

Oh! bonheur! Riquet vit qu'il se trouvait sur la *ligne de partage des eaux*. Il pensa aussitôt que s'il pouvait amener assez d'eau en cet endroit, pour alimenter deux canaux : l'un allant vers l'Océan et l'autre vers la Méditerranée, il était sûr de réussir, car il arriverait toujours à établir un bassin pour recevoir cette eau.

Il se mit donc à explorer la montagne dans les environs de ce point, et finit par découvrir des sources. Quand il fut certain d'avoir assez d'eau, il soumit son projet à Colbert, ministre de Louis XIV, qui en comprit aussitôt toute l'importance.

Riquet fit construire de vastes *réservoirs* où vint s'accumuler l'eau des sources situées plus haut dans la montagne.

Pour cela il barra une vallée où se rendent les eaux, qui vont ensuite au col de Naurouze et alimentent les deux canaux, et descendent doucement vers la Méditerranée et l'Océan, retenues par de nombreuses écluses.

Mais ce ne fut pas sans difficultés, car Riquet, qui n'avait pas le titre d'ingénieur, fut malmené par les ingénieurs en titre, jaloux de lui. Il dut même percer secrètement une montagne que ces derniers avaient déclarée impossible à percer.

Épuisé par sa gigantesque entreprise et les contrariétés de toutes sortes, Riquet n'eut pas le bonheur de l'achever; il mourut six mois trop tôt; mais elle fut continuée par ses deux fils, qui la menèrent à bonne fin.

Le canal de Suez et Ferdinand de Lesseps.

104. — Le canal de Suez, l'une des œuvres les plus colossales qui aient jamais été entreprises par les hommes, est l'une des gloires de la France et du XIXe siècle. Il est assez large et assez profond pour livrer passage aux plus

gros navires, et fait communiquer la Méditerranée avec la mer Rouge.

Ce fut un Français, Ferdinand de Lesseps, né à Versailles en 1805, qui en eut l'idée et qui le fit exécuter.

Il fallut dix ans, des milliers de travailleurs et 500 millions de francs pour l'exécuter : il a quarante lieues de long. Ces quarante lieues furent creusées dans le sable, sous un soleil de feu, par des ouvriers égyptiens à demi nus que dirigèrent les ingénieurs français.

La Méditerranée et la mer Rouge mêlèrent leurs eaux en 1869. Et à partir de cette époque, les navires ont pu aller de l'océan Atlantique et de la Méditerranée dans l'océan Indien, ou réciproquement, sans faire le tour de l'Afrique.

Le même ingénieur entreprit une œuvre plus gigantesque encore : celle de percer l'isthme de Panama, qui relie les deux Amériques, d'établir un canal pour faire communiquer l'Atlantique et le Pacifique; mais il n'eut pas le bonheur de voir s'achever son entreprise. Les Américains parlent de le terminer.

Questionnaire. — 100. Qu'est-ce qu'un canal? A quoi servent les canaux? Quelles sortes de canaux connaissez-vous? — 101. Qu'appelle-t-on bief, écluse? Comment un bateau peut-il passer d'un bief dans l'autre? — 102. Qu'appelle-t-on canaux à point de partage? Citez le plus important de France. Citez-en d'autres. Comment les alimente-t-on? — 103. Parlez de Riquet et de son œuvre. — 104. Que savez-vous du canal de Suez?

Dix-neuvième leçon.

ŒUVRE DE PAPIN
LA VAPEUR ET LES MACHINES A VAPEUR

La vapeur.

105. — Les merveilleux prodiges accomplis dans les contes, par la baguette des fées ou des enchanteurs, ne sont rien à côté de ceux qu'exécute tous les jours cette fée toute-puissante qu'on appelle la *vapeur*.

C'est elle qui entraîne avec une rapidité prodigieuse les trains sur les chemins de fer, les bateaux à vapeur sur la mer, les rivières, les fleuves et les canaux; c'est elle qui nous transporte en quelques heures de France en Angleterre, en quelques jours d'Europe en Amérique.

C'est elle qui, dans les mines, les usines et les manufactures, met en mouvement tout un monde de machines : les unes servant à pomper l'eau des mines, les autres à forger les métaux; celles-ci filant la laine ou tissant des étoffes; celles-là fabriquant du papier, imprimant des journaux.

Aux champs, elle laboure, moissonne, bat le blé.

La vapeur est utilisée dans toutes les industries; partout elle permet d'exécuter avec promptitude et facilité des travaux qui coûtaient autrefois beaucoup de peine et de temps. En multipliant les objets fabriqués, elle en diminue le prix, les met à la portée de toutes les bourses, et augmente ainsi le bien-être général.

Mais qu'est-ce donc que cette force qui accomplit tant de prodiges? Qu'est-ce donc que la *fée vapeur*?

Vous savez que lorsque l'eau bout dans une marmite, des bulles viennent crever à la surface du liquide et une fumée légère s'échappe de l'eau bouillante. Ces bulles et cette fumée sont de la *vapeur d'eau*, c'est-à-dire de l'eau qui, par l'effet de la chaleur, est devenue un gaz semblable à l'air.

Les gaz offrent une particularité singulière : celle de chercher toujours à occuper le plus de place possible; on exprime cela en disant qu'ils sont très *expansibles*.

Quand un obstacle s'oppose à leur expansion, ils le pressent et le poussent, absolument comme ces gens mal élevés qui, pour se faire place dans une foule, bousculent tout le monde.

La force d'expansion de la vapeur est très considérable. Lorsqu'on en introduit une grande quantité dans un petit espace, elle devient capable d'exercer des pressions énormes.

Ce fut un savant français, Denis Papin, qui, le premier, remarqua cette force et pensa à l'utiliser.

Denis Papin.

106. — Denis Papin (fig. 74) naquit à Blois, en 1647. Fils d'un médecin, il étudia lui-même la médecine et l'exerça quelque temps à Paris, mais sans beaucoup d'ardeur, car un goût très vif l'entraînait vers les sciences physiques, qui devinrent bientôt son unique occupation. Il fut encouragé et dirigé dans ses premières recherches par le physicien Huyghens, l'inventeur des horloges à pendule, qui l'associa à ses travaux.

En 1685, comme il commençait à se faire connaître du monde savant, Papin dut tout à coup quitter la France, où il ne rentra jamais ensuite. Il passa en Angleterre, au moment où Louis XIV enlevait aux protestants, par

la révocation de l'édit de Nantes, le droit de pratiquer librement leur culte.

Papin, qui était protestant, ne voulut pas renoncer à sa religion : il préféra l'exil. Ainsi s'explique la vie



Fig. 74. — Denis Papin.

errante de ce grand homme, obligé d'aller de pays en pays implorer la protection des savants étrangers.

C'est une triste histoire que celle de Denis Papin, qui fit de si grandes découvertes sans avoir jamais eu ni le temps, ni l'argent, ni la tranquillité nécessaires pour les perfectionner, et qui ne put en recueillir les fruits.

Papin passa les dernières années de sa vie en Angleterre, abandonné de tous, malade, et dans une profonde misère. Il mourut pauvre et oublié, on ne sait en quelle

année, bien loin de penser qu'un jour ses idées, grâce à des savants, à des inventeurs plus heureux, illustreraient son nom, et rendraient à l'humanité d'inappréciables services.

La marmite de Papin.

107. — Ce fut en Angleterre que Papin imagina le premier appareil dans lequel il utilisa la vapeur, et que l'on appela la *marmite de Papin*. Ce n'était en effet qu'une simple marmite, destinée à faire cuire économiquement les viandes, au moyen de la vapeur produite et contenue dans un vase bien clos.

Ce savant remarqua que la vapeur ainsi renfermée peut atteindre un degré de chaleur bien plus élevé que si on la laisse s'échapper; mais il constata aussi que la vapeur trop comprimée peut faire éclater le vase si elle ne trouve pas d'issue, et il pratiqua dans le couvercle de sa marmite un petit trou fermé par une *soupape*, que soulevait la vapeur quand elle atteignait une tension considérable, pour s'échapper en petite quantité. Tout danger d'explosion était ainsi écarté.

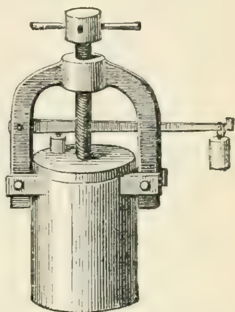


Fig. 75. — Marmite de Papin avec soupape de sûreté.

C'est ce qu'on appelle, dans les machines à vapeur, *soupape de sûreté* (fig. 75). Celle-ci est pressée par une tige de fer fixée à l'une de ses extrémités, et portant à l'autre extrémité un poids que l'on peut déplacer à volonté.

La première machine à vapeur.

108. — Cette première invention fut suivie d'une seconde bien plus importante. On cherchait à cette époque des moyens nouveaux pour mettre en mouvement les machines dont on avait besoin dans l'industrie. Le premier, Papin eut l'idée d'employer la vapeur à cet usage. Après bien des essais et bien des tâtonnements, il parvint à construire un appareil.

C'était un cylindre ou tube, dans lequel la vapeur soulevait une sorte de bouchon fixé à une tige qui pouvait être reliée à toutes sortes de machines et leur communiquer son mouvement. Ce bouchon est un *piston*.

Mais ce mouvement était forcément très lent, car la vapeur n'arrivait qu'au-dessous du piston, pour le soulever. Elle n'arrivait pas au-dessus pour le faire redescendre. Il fallait donc attendre que cette vapeur se refroidît et redevînt de l'eau. Alors le piston, n'étant plus soutenu par la force de la vapeur, redescendait sous la pression de l'air.

La machine à vapeur de Papin n'était pas sans défauts; mais elle n'était pas sans valeur. Elle ne reçut pas l'accueil qu'elle méritait. On ne vit que les défauts, et l'on n'attacha aucune importance à cette découverte qui prouvait tant de génie, et qui avait coûté tant de peine au malheureux inventeur!

Le premier bateau à vapeur.

109. — Ruiné par ces coûteux essais, Papin quitta l'Angleterre, où il trouvait si peu d'encouragement. Il passa en Allemagne, où il reprit ses travaux, et parvint à construire un bateau qui avançait sans voiles ni rames, au moyen de roues mises en mouvement par une machine à vapeur, un bateau *qui, par le moyen du feu*, écri-

vait-il, *rendra un ou deux hommes capables de faire plus d'effet que plusieurs centaines de rameurs.*

C'était un premier essai de bateau à vapeur. Il se proposait de descendre la Fulda, puis le Weser, fleuve qui est formé par la réunion de la Fulda et de la Werra. Les premiers essais avaient parfaitement réussi; Papin, plein de confiance, s'embarqua avec sa famille, le 24 septembre 1707; mais il avait négligé de demander l'autorisation de descendre le Weser, à l'association des bateliers du Weser, qui étaient libres d'arrêter et même de saisir les embarcations naviguant sur le fleuve sans leur permission ou celle du prince de Hanovre.

Or, le prince avait refusé l'autorisation que lui avait demandée le savant Leibniz, lié d'amitié avec Papin ; les bateliers du Weser, prévenus de l'arrivée de Papin à Münden, se portèrent au-devant de son embarcation, qu'ils saisirent et saccagèrent sans que les magistrats fissent rien pour protéger l'inventeur.

Quelque temps après, un de ces magistrats, écrivant à Leibniz, lui disait : « La famille de Papin se lamentait, le bonhomme de passager s'en alla sans proférer une plainte ».

« Et cependant, avec ce navire brisé avaient disparu toutes les espérances de l'inventeur ! Il faudra attendre un siècle entier pour que les bateaux à vapeur, inventés par Papin, soient adoptés pour la navigation.

« Papin pourtant ne désespérait pas encore. Il se rendit à Londres ; il soumit à l'Académie son invention, mais elle fut froidement accueillie et traitée de chimère. » (G. Dhombres et G. Monod.)

Questionnaire. — 105. Quels services nous rend la vapeur? — 106. Que savez-vous de la vie de Papin ? — 107. Qu'est-ce que la marmite de Papin ? — 108. Qui inventa le piston des machines ? — 109. Qui fit le premier bateau à vapeur? Qu'arriva-t-il à Papin sur le Weser?

Vingtième leçon.

ŒUVRE DE WATT ET DE FULTON

James Watt et la machine à vapeur.

110. — La machine à vapeur qu'inventa Denis Papin, fut entièrement transformée par Watt, qui trouva moyen de la faire servir à l'industrie.

James Watt naquit en 1736, à Greenock, en Écosse. D'une santé très délicate dans son enfance, ses parents, craignant de le fatiguer, ne l'obligeaient point à étudier assidûment et le laissaient libre de jouer à sa fantaisie.

Un ami de M. Watt père vit un jour le petit James, âgé de six ans, étendu sur le parquet, s'amusant à tracer, avec de la craie, toutes sortes de lignes entre-croisées. « Pourquoi permettez-vous que cet enfant gaspille ainsi son temps? dit-il au père. Envoyez-le donc à l'école! »

M. Watt répondit : « Vous pourriez bien avoir porté un jugement précipité. Avant de nous blâmer, examinez attentivement ce qui occupe mon fils ». L'ami de M. Watt reconnut alors, avec étonnement et admiration, que l'enfant cherchait à résoudre un problème de géométrie! science qui n'est point de cet âge. Comme James observait et réfléchissait beaucoup, cela lui donnait parfois un air distrait et nonchalant.

Un jour, une de ses tantes lui dit : « Je n'ai jamais vu un garçon plus paresseux que vous. Savez-vous ce que vous avez fait depuis une heure? Vous avez ôté, remis et

ôté encore le couvercle de la théière; vous avez placé dans le courant qui en sort, tantôt une soucoupe, tantôt une cuiller d'argent; vous vous êtes évertué à examiner les gouttelettes que la condensation de la vapeur formait à la surface de la porcelaine ou du métal poli. N'est-ce pas une honte que d'employer ainsi son temps! »

Ceux qui connaissent les beaux travaux de Watt, qui savent qu'ils ont pour objet l'application des forces de la vapeur, ne trouvent certainement pas qu'il employait si mal son temps, en observant la théière de sa tante!

A dix-neuf ans, James Watt avait étudié à peu près toutes les sciences connues de son temps. Il se sentit alors capable de gagner sa vie et se plaça à Londres chez un constructeur d'instruments de mathématiques et de marine.

Plus tard il fut nommé, à l'université de Glasgow, conservateur des modèles de machines qui servaient aux études des élèves. Il arriva qu'un jour il eut à réparer une petite machine à vapeur construite par Newcomen, et qui n'avait jamais pu fonctionner.

Cette machine n'était qu'un perfectionnement de celle de Papin; en l'étudiant, Watt fut mis sur la voie de ses deux grandes inventions : celle du *condenseur* et celle de la *machine à double effet*.

Watt invente le condenseur et la machine à double effet.

111. — Dans la machine de Papin, pour faire redescendre le plus vite possible le piston soulevé par la vapeur, on refroidissait brusquement le corps de pompe ou cylindre; alors la vapeur se condensait et redevenait de l'eau. Mais, lorsqu'on introduisait ensuite un nouveau

jet de vapeur dans le corps de pompe ainsi refroidi, cette vapeur n'agissait pas aussitôt; il fallait que le corps de pompe se fût réchauffé; on perdait du temps et l'on brûlait beaucoup de charbon pour rien.

Watt imagina de faire refroidir la vapeur dans un vase appelé *condenseur*, relié au corps de pompe par un tuyau étroit. Aussitôt ce tuyau ouvert, la vapeur se précipitait dans le condenseur où elle redevenait de l'eau, sans que le cylindre eût été refroidi.

Cela seul était déjà un immense progrès. Les industriels qui en firent usage donnèrent à Watt le tiers de la somme qu'ils économisaient dans la dépense du charbon. Cette économie était si considérable qu'un directeur d'usine alla jusqu'à payer, chaque année, à Watt, une somme de 60 000 francs!

Watt imagina encore de faire arriver la vapeur alternativement au-dessus et au-dessous du piston, de manière qu'elle le fît redescendre, après l'avoir fait monter.

Cet ingénieux perfectionnement constitua la *machine à double effet*, employée partout aujourd'hui.

Si nous examinons une locomotive, nous voyons que ses roues du même côté sont reliées par des tiges de fer. De plus, lorsque ces roues tournent, nous voyons que ces pièces de fer font les mêmes mouvements qu'une autre tige également en fer, laquelle dans son mouvement de va-et-vient, entre plus ou moins dans le cylindre et en sort de même.

Cette tige est celle du piston qui est poussé alternativement en avant et en arrière par la vapeur.

Dans nos machines ordinaires et dans les locomotives des chemins de fer, le cylindre dans lequel se meut le piston est placé horizontalement.

Watt se signala encore par d'autres inventions : on lui doit la *presse à copier* et le *chauffage à la vapeur*. Il a déterminé, en même temps que Lavoisier, la composition de l'eau.

Plus heureux que Papin, il eut le plaisir de voir réussir ses inventions et il a pu jouir de sa gloire. Sa vieillesse fut très heureuse. Entouré d'amis et de parents affectueux, sa santé s'était fortifiée, et il conserva jusqu'à ses derniers jours la merveilleuse intelligence que la nature lui avait donnée en partage.

A soixante-dix-sept ans, il craignit un instant de voir baisser ses facultés, et, pour en faire l'épreuve, il se mit à étudier l'anglo-saxon, une langue des plus difficiles. Il y fit en peu de temps de si remarquables progrès qu'il fut complètement rassuré sur l'état de son cerveau.

Il mourut en 1819 ; l'Angleterre lui fit de magnifiques funérailles. Elle lui a élevé plusieurs statues, dont l'une est placée dans l'abbaye de Westminster.

La navigation à vapeur. Les bateaux à vapeur.

112. — Jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, on voyagea sur des navires à voiles, poussés par le vent.

Si le vent était favorable, le navire fendait l'eau avec rapidité ; mais, si les vents étaient contraires, le vaisseau était écarté de sa route et courait le risque de se perdre, d'être jeté sur des écueils. Puis, quelquefois, le vent tombait, et le navire, immobile sur l'Océan, attendait pendant de longs jours que la brise s'élevât de nouveau. Ces arrêts forcés prolongeaient les voyages.

Avec les bateaux à vapeur, les navigateurs n'ont plus ces longs retards à craindre, à moins d'une de ces tempêtes devant lesquelles toute force humaine reste impuis-

sante. La vapeur, bien plus docile que le vent, les transporte d'un rivage à l'autre, avec une vitesse réglée, et par une route fixée d'avance. Un bateau à vapeur met six jours à traverser l'océan Atlantique pendant que Christophe Colomb mit plus d'un mois.

Grâce aux bateaux à vapeur, la marine militaire, avec ses cuirassés (fig. 76) et ses autres navires de

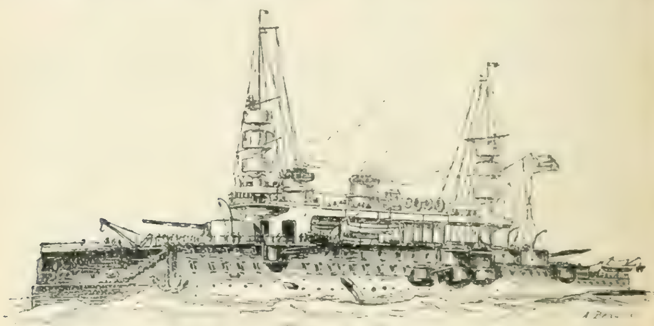


Fig. 76. — Le cuirassé *Charles Martel.*

guerre, est devenue plus puissante; le commerce maritime a pris un immense développement, et la civilisation a pu pénétrer chez des peuples sauvages qui n'avaient autrefois aucune relation suivie avec les pays civilisés.

Les bateaux à vapeur avancent au moyen d'une puissante machine faisant tourner des roues munies de *palettes* qui frappent l'eau, comme le fait la rame du rameur, et poussent ainsi le navire en avant.

Les roues sont quelquefois remplacées par un appareil appelé *hélice.*

Le premier bateau à vapeur fut celui que Denis Papin

fit naviguer sur le Weser, et qui fut mis en pièces par des bateliers jaloux et sauvages.

A la fin du XVIIIe siècle, un autre Français, le marquis de Jouffroy, construisit un bateau à vapeur, qui navigua sur les eaux de la Saône.

Mais c'est à l'Américain Robert Fulton que revient la gloire d'avoir créé, dans des conditions pratiques, la *navigation par la vapeur.*

Robert Fulton.

113. — Robert Fulton naquit en Pensylvanie, en 1765.

Ses parents, peu fortunés, voulurent lui faire apprendre le métier de joaillier; mais ce métier convenait peu au jeune garçon, qui préféra se livrer au dessin. Plus tard, la mécanique devint son étude favorite.

Venu en France, il utilisa ses connaissances d'ingénieur, et son talent de dessinateur, en établissant à Paris le premier panorama.

Peu après, il imagina un appareil à scier le marbre et à polir la pierre, puis une machine à fabriquer les cordes, puis un terrible engin de guerre sous-marin, destiné à faire sauter les navires.

Mais le moyen de faire avancer les bateaux à l'aide de la vapeur était ce qui préoccupait surtout notre savant.

Après bien des recherches et de persévérants efforts, il parvint enfin à son but.

Au mois d'août 1803, une multitude de curieux, rassemblés sur les bords de la Seine, purent contempler un bateau qui remontait le fleuve, sans l'aide de voiles ni de rames, mais qui fumait abondamment. C'était le premier bateau à vapeur, construit par Robert Fulton.

Malgré le succès de cette expérience, l'inventeur ne

put obtenir du gouvernement français les secours d'argent qui lui étaient indispensables pour continuer ses essais.

Napoléon Ier, à qui l'on vantait un jour les mérites de Fulton, répondit brusquement : « Tous ces inventeurs sont des charlatans et des imposteurs qui n'ont d'autre but que d'attraper de l'argent. Cet Américain est du nombre, ne m'en parlez pas davantage ».

Cependant Napoléon ne passait pas pour être un sot. Mais son génie ne pouvait tout embrasser.

Le bateau à vapeur le « Clermont ».

114. — Désespérant de réussir en France, Fulton retourna en Amérique et construisit un nouveau bateau à vapeur qu'il appela le *Clermont*.

Ce bateau, de grandes dimensions et pourvu d'une puissante machine de Watt, fut lancé à New-York, sur la rivière de l'*Est*.

Une foule immense assistait à l'expérience, mais sans croire au succès. Mais quand on vit le *Clermont* fendre les eaux avec rapidité, la surprise et l'enthousiasme furent extrêmes, et des applaudissements prolongés saluèrent l'auteur de cette belle invention.

On hésita cependant longtemps à s'embarquer sur le *Clermont*.

On raconte que Fulton ne put retenir ses larmes lorsque le premier passager lui remit le prix de sa place. *Excusez mon émotion*, dit-il au voyageur, *mais cet argent que vous me donnez est le premier salaire de mes longs travaux!*

Grâce aux efforts de Fulton, la navigation à vapeur prit bientôt un grand développement aux États-Unis, et

Fulton eut le bonheur de voir sa patrie s'enrichir des résultats de son invention.

Lui-même en retira de beaux bénéfices, mais la Providence ne lui permit pas de jouir longtemps de cette fortune si péniblement acquise.

Ayant entrepris de construire un bateau sous-marin, il se ruina complètement dans de coûteuses expériences, et mourut en 1815, sans laisser à sa famille d'autre héritage que sa gloire.

Mais c'était un bel héritage qui en valait bien un autre.

Questionnaire. — 110. Qui transforma la machine inventée par Papin? Que savez-vous de la jeunesse de Watt? Que raconte-t-on de lui quand il était enfant? Qu'est-ce que la tante de Watt lui reprocha un jour? Que fit encore Watt? — 111. Qu'est-ce que le condenseur et la machine à double effet? — 112. Quels sont les avantages des bateaux à vapeur sur les bateaux à voiles? — 113. Que savez-vous de Robert Fulton et de ses inventions? — 114. Parlez du bateau le *Clermont*.

Vingt et unième leçon.

JOUFFROY D'ABANS ET SON ŒUVRE

Jouffroy d'Abans construit le « Charles-Philippe ».

115. — Jouffroy naquit le 30 septembre 1751 à Roche-sur-Rognon en Franche-Comté, aujourd'hui dans le département du Doubs.

Un penchant irrésistible l'entraînait vers la mécanique; mais en sa qualité de noble et de fils aîné on fit de lui un militaire.

Il se pliait difficilement à la discipline, ne savait pas obéir.

Ses incartades le firent envoyer en exil à Sainte-Marguerite, une des îles de Lérins, en face de Cannes.

Comme il s'était vanté de s'évader, on le mit au cachot : on le surveilla étroitement. Mais, adroit de ses mains et habile dans les travaux manuels, il s'était muni d'un ressort de montre, à l'aide duquel il scia les barreaux de sa prison. On lui mit les menottes, il sut s'en débarrasser. Enfin, on le martyrisa. Il resta deux ans en prison.

Cette retraite forcée de deux ans lui servit. Il fit de nombreuses observations sur le mouvement des navires qu'il voyait passer sous sa fenêtre.

Sorti de prison en 1774, il se rendit à Abans, mit ses affaires en ordre, et vint à Paris en 1775.

Tout Paris accourait alors sur la rive droite de la Seine, au pied de la hauteur de Chaillot, à l'extrémité du Cours-

la-Reine, où était la *pompe à feu* ou pompe à vapeur, installée par Jacques-Constantin Périer, faisant mouvoir les pompes destinées à approvisionner Paris d'eau de Seine. Cet établissement vient de disparaître (1902).

C'était la machine de Watt.

Jouffroy accourt aussi, demande et obtient une entrée particulière, examine la machine.

En ayant bien compris la marche, il entreprend de l'adapter aux navires. On ne connaissait pas encore l'invention de Papin, qui datait du commencement du siècle.

Jouffroy fait part de ses projets à Périer, membre de l'Académie des sciences.

Périer ne partageait pas ses idées; mais il se trompait.

Jouffroy quitta Paris et se retira près de la petite ville de Baume-les-Dames, où il fit d'heureux essais qui l'encouragèrent.

Mais il devait y trouver peu de ressources. En effet, il n'y trouva qu'un ouvrier chaudronnier, qui devint son collaborateur. Les matières premières étaient chères et difficiles à trouver; et pourtant, malgré des conditions si défavorables, Jouffroy parvint à construire son bateau.

La machine à vapeur mettait en mouvement des sortes de larges rames articulées, qui fonctionnaient à la manière des pattes des oiseaux palmipèdes, c'est-à-dire comme celles de l'oie, du canard, du cygne.

Le bateau palmipède navigua et navigua si bien qu'il fit souvent le trajet de Montbéliard à Besançon, et vice versa, en juin et juillet 1776, en présence de nombreux témoins, ravis et enthousiasmés, accourus sur les rives du Doubs, pour voir passer, comme on disait alors, le *pyroscaphe*.

Ce succès enhardit Jouffroy. Ses compatriotes et ses amis renchérissaient sur son mérite; il était fêté, choyé, et il le méritait. Il pouvait donc tenter une expérience plus

sérieuse et sur une plus grande échelle. Le voisinage d'une grande ville lui devenait nécessaire pour y trouver des constructeurs plus habiles et de vastes ateliers. Il partit pour Lyon.

La *lentissime* Saône lui semblait particulièrement propre à une expérience dont le résultat pouvait être compromis par un cours d'eau rapide, celui du Rhône, par exemple.

Il s'adressa à MM. Frères-Jean, chefs d'une grande usine, et leur commanda une machine à vapeur assez puissante pour mettre en mouvement un bateau mesurant 46 mètres de long sur 14 mètres de large. Il renonça aux rames, qu'il remplaça par des roues à aubes qui avaient 4 m. 60 de diamètre.

De 1780 à 1783 les habitants de Lyon et les habitants des bords de la Saône purent voir ce bateau, chargé de 1 500 quintaux, faire à plusieurs reprises le trajet de Lyon à l'île Barbe, à raison de deux lieues à l'heure.

Le 15 juillet 1783, une expérience fut faite en présence de plusieurs milliers de spectateurs. Les membres de l'Académie de Lyon qui y assistaient dressèrent un procès-verbal constatant le succès de l'opération.

Brevet de Jouffroy.

116. — En 1816 il obtint un brevet et put, sous le patronage du comte d'Artois, faire construire un bateau à Bercy, le *Charles-Philippe*. Le lancement eut lieu, sur la Seine, à Bercy, aujourd'hui dans Paris, le 20 août 1816, avec un plein succès.

Jouffroy allait recevoir la récompense due à son mérite et à son génie persévérant, mais une compagnie rivale de la sienne obtint en même temps que lui un brevet et lui fit une concurrence qui entraîna la ruine des deux compagnies.

Cette même année, Louis XVIII, pour le récompenser, le nomma commissaire particulier dans les provinces de l'Est et chevalier de Saint-Louis.

Habitué depuis trop longtemps à ces coups de fortune, Jouffroy ne se tint pas pour battu. Il fondait le 12 août 1819 une nouvelle compagnie pour fournir les fonds destinés à la construction d'un navire qui porta le nom significatif de la *Persévérance*. Ce bateau fut construit à Chalon-sur-Saône et fit souvent le trajet de Chalon à Lyon et retour.

Les compagnies de transport, qui étaient puissantes et voyaient d'un mauvais œil le bateau à vapeur, suscitèrent de nouveaux embarras à Jouffroy et finirent par le ruiner.

Les mauvais jours étaient donc arrivés pour notre inventeur. On l'engagea à quitter la France, à porter son invention en Angleterre, où il aurait rencontré l'illustre Watt. En bon patriote, il ne voulut pas.

En 1789, Jouffroy avait cependant quitté la France, où il était retourné sous le Consulat.

En 1822, à l'âge de soixante et onze ans, à bout de ressources et endetté, il quitta le château d'Abans et vint s'établir à Paris.

Il perdit sa femme en 1829.

Resté seul, il demanda la liquidation de sa pension de retraite comme capitaine d'infanterie et un refuge à l'hôtel des Invalides, où il entra le 1er février 1831. Il y mourut le 19 juillet 1832, à l'âge de quatre-vingt-un ans.

Mais au moment où il s'éteignait, de nombreux bateaux à vapeur sillonnaient les fleuves et les mers.

QUESTIONNAIRE. — 115. Que savez-vous de Jouffroy d'Abans? Qu'inventa-t il? Parlez de ses expériences. Qu'est-ce que le *Charles-Philippe*? — 116. Parlez des dernières tentatives de Jouffroy.

Vingt-deuxième leçon.

LES PHARES — FRESNEL
HISTORIQUE DE LA NAVIGATION

Les phares.

117. — Les navires en mer sont exposés à tous les dangers, tant les écueils sont nombreux. Aussi pensa-t-on de bonne heure à signaler aux navigateurs les endroits dangereux.

Pour cela on inventa les *phares*.

Les *phares* sont des tours au sommet desquelles on allume des *feux* pour guider les navigateurs pendant la nuit. On les établit à l'entrée des ports, à l'embouchure des fleuves, sur des écueils isolés.

Ces feux sont produits par de grosses *lampes* qui brûlent dans de *grandes cages de verre*.

Les phares datent de très loin. Le premier fut construit deux cents ans avant Jésus-Christ, c'est-à-dire il y a 2100 ans, en face du port d'Alexandrie en Égypte, dans une petite île appelée *Pharos*, d'où le nom de *phare* donné à ces tours munies de lanternes.

A l'origine, les phares furent éclairés par des feux de bois ou de houille; mais ces feux ne se voyaient pas à une très grande distance, et par les temps brumeux on ne les voyait pas du tout.

Plus tard, on remplaça cet éclairage primitif par quelque chose de mieux.

On employa des réflecteurs métalliques et des lampes d'Argand perfectionnées par Arago et Fresnel.

Enfin, depuis quelque temps, les phares importants sont éclairés à l'électricité.

Quelques-uns lancent des rayons visibles jusqu'à 80 kilomètres, c'est-à-dire 20 lieues, en tous sens.

Il y a des phares à *feux fixes*; il y en a à *feux tournants* : les lanternes tournent. D'autres ont des *feux à éclipse* de durée variable.

De plus, la lumière blanche, rouge, jaune ou verte, permet de les distinguer.

Fresnel; sa vie et ses travaux.

118. — Augustin Fresnel naquit près de Bernay, en Normandie, en 1788; il fut un enfant chétif et peu appliqué à l'étude. Sa mémoire était si rebelle qu'à huit ans il savait à peine lire. Cependant ses camarades avaient une haute idée de son intelligence et l'appelaient l'*homme de génie*.

C'est que si le jeune Fresnel ne brillait pas quand il s'agissait de faire ses devoirs et d'apprendre ses leçons, en revanche il savait construire des machines qui émerveillaient ses camarades d'école. A neuf ans, il faisait des canonnières en bois de sureau, dont la longueur et la grosseur étaient si bien calculées qu'elles fonctionnaient à merveille. Il fabriquait aussi des arcs, avec lesquels on pouvait tuer des oiseaux.

Ce n'étaient plus des jouets qu'il faisait, mais des armes véritables; aussi les parents des camarades de Fresnel se virent-ils obligés de défendre à leurs enfants de s'en servir.

Si Fresnel avait continué à dédaigner toute autre espèce d'occupation, il n'aurait guère fait parler de lui; l'igno-

rance aurait empêché ses belles facultés de se développer. Mais, en grandissant, il prit goût à l'étude, se corrigea si bien de sa paresse, qu'à seize ans et demi il était reçu dans les premiers à l'École polytechnique.

A dix-neuf ans, il en sortait avec le titre d'ingénieur des *Ponts et Chaussées*. Pendant six ans, il parcourut la France pour faire construire ou réparer des ponts, des routes, des canaux. Cela ne lui suffisait pas encore ; il se sentait capable d'un travail plus difficile ; aussi, en 1814, abandonna-t-il la carrière d'ingénieur pour se consacrer aux sciences physiques, dans lesquelles il ne tarda pas à faire d'admirables découvertes qui se rapportent presque toutes à l'optique, c'est-à-dire à l'étude de la lumière.

C'est en faisant des recherches sur la nature et la marche des rayons lumineux, que Fresnel fut conduit à s'occuper des *phares*, dont le système d'éclairage lui paraissait insuffisant, ce qui était vrai.

Il imagina d'entourer les feux d'énormes lentilles à échelons, sortes de glaces de cristal travaillées et ajustées de façon à renvoyer tous les rayons de la lampe du côté de la mer.

Puis il eut l'idée de fabriquer des lampes à plusieurs mèches concentriques, c'est-à-dire placées l'une dans l'autre, produisant un éclat 25 fois plus intense que celui des meilleures lampes connues jusqu'alors.

Le premier *phare* établi par Fresnel sur ce nouveau modèle, fut celui de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde.

En récompense de ses beaux travaux, ce savant fut nommé membre de l'Académie des sciences, puis examinateur à l'École polytechnique.

La fatigue qu'il éprouva pour suffire à toutes ses occupations altéra sa santé.

Il mourut à peine âgé de trente-neuf ans. Mais il avait

vécu suffisamment pour avoir rendu à ses semblables des services assez importants pour mériter la reconnaissance et l'admiration de la postérité.

Historique de la navigation.

119. — Les peuples primitifs voisins de la mer, des lacs et des cours d'eau, durent être préoccupés de la navigation, non par le désir d'aller trouver d'autres hommes, mais parce qu'ils voulaient poursuivre les gros poissons qui leur fournissaient une abondante nourriture.

Les arbres que charriaient les courants furent sans doute leurs premiers bateaux.

A califourchon sur un tronc d'arbre, s'aidant des bras et des jambes, armés d'un pieu en guise de rame, ils pouvaient poursuivre poissons et autres habitants des eaux.

Puis ils unirent, à l'aide de liens quelconques, plusieurs troncs d'arbres, et le *radeau*, capable de porter plusieurs personnes, fut inventé, le radeau si simple et si facile à construire, et dont on se sert encore aujourd'hui pour le transport des bois.

Les *outres* et les *vessies gonflées*, les *canots* creusés avec des outils en pierre dans des troncs d'arbres ou fabriqués rien qu'avec l'écorce, les *pirogues*, comme celles des sauvages de nos jours, ne vinrent probablement que longtemps après, lorsqu'on eut la *rame*.

Le bateau à voiles ne date que de l'époque où l'homme sut tresser des nattes de jonc ou de paille. Plus tard, on imagina de coudre ensemble des peaux d'animaux, pour opposer quelque résistance au vent. Enfin l'homme tissa des étoffes et l'on eut la voile ordinaire.

Le premier bateau de quelque importance fut sans doute l'*arche de Noé*, que l'on mit un siècle à construire.

Cependant les Égyptiens, avant Noé, trafiquaient par la mer Rouge avec l'Inde et possédaient une marine.

Les Phéniciens, ces hardis colonisateurs de l'antiquité, les Grecs, qui sont restés les premiers marins de l'Europe, les Carthaginois, les Siciliens, les Bretons étaient des peuples navigateurs et vivant de trafic maritime.

Puis vinrent les Romains.

Il y avait alors comme aujourd'hui une *marine marchande* et une *marine de guerre* : la première allant à la *voile*, la seconde allant à la *voile* et à la *rame*.

Les navires dans lesquels les Romains transportèrent à Rome les obélisques d'Égypte étaient déjà énormes.

Dans la suite des temps on en construisit de plus grands encore.

Aujourd'hui la marine de guerre et la marine marchande possèdent des *villes* qui marchent sur l'eau avec une étonnante rapidité.

QUESTIONNAIRE. — 117. Qu'est-ce qu'un phare? Quel fut le premier phare? Quelles sortes de phares connaissez-vous? — 118. Que fit Fresnel pour les phares? — 119. Faites l'historique de la navigation.

Vingt-troisième leçon.

GEORGES STEPHENSON ET LES CHEMINS DE FER

Georges Stephenson. Les chemins de fer.

120. — Par l'emploi de la vapeur, les voyages sur terre ont fait les mêmes progrès que les voyages sur mer.

De même que les bateaux à vapeur, les chemins de fer ont développé le commerce et la civilisation, en facilitant les déplacements et les transports et en les rendant moins coûteux, plus rapides surtout.

Autrefois, avec la diligence, il fallait au moins huit jours pour aller de Paris à Lyon. Aujourd'hui, le chemin de fer permet d'accomplir ce trajet en cinq ou six heures.

La machine à vapeur du chemin de fer, appelée *locomotive*, se compose (fig. 77) :

1° D'une chaudière dans laquelle on fait bouillir l'eau nécessaire à la production de la vapeur;

2° De deux cylindres placés à droite et à gauche, où la vapeur fait manœuvrer des pistons qui, dans leur va-et-vient, mettent les roues en mouvement;

3° D'un tuyau, par où la vapeur, sortie des cylindres, s'échappe en sifflant, au milieu des tourbillons de fumée.

C'est la locomotive qui, placée en tête du train, l'entraîne avec une rapidité vertigineuse sur les rails de la voie ferrée.

La France, l'Angleterre, les États-Unis, l'Allemagne

sont les pays qui possèdent le plus de voies ferrées : ils en sont sillonnés.

Cependant cette invention est relativement récente. La première ligne de chemin de fer date de 1830. Ce fut celle de Liverpool à Manchester, établie par Georges Stephenson.

En France on construisit d'abord un petit chemin de fer

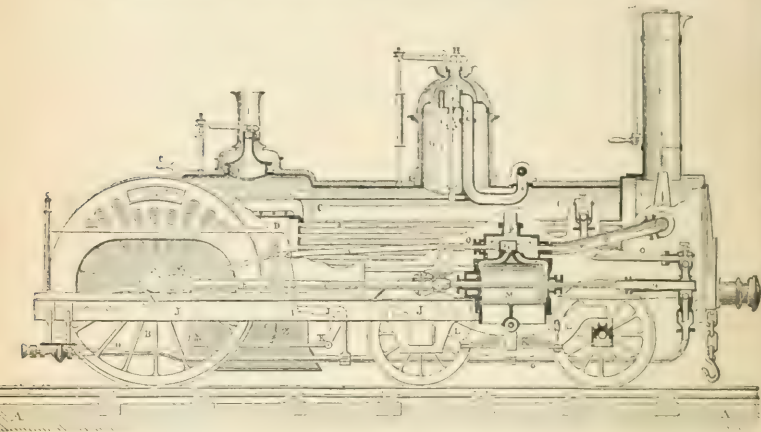


Fig. 77. — Coupe d'une locomotive.

aux environs de Saint-Étienne, pour le transport de la houille

La première ligne aboutissant à Paris fut celle de Paris à Saint-Germain, établie en 1837.

Maintenant les chemins de fer français ressemblent à une immense toile d'araignée très irrégulière couvrant tout le pays.

Nous ne pouvons les étudier ici : vous les verrez en géographie.

Georges Stephenson ouvrier.

121. — Georges Stephenson, né en 1781, était fils d'un pauvre ouvrier qui travaillait dans les mines de charbon du nord de l'Angleterre.

A cette époque, on se servait déjà de machines à vapeur pour extraire l'eau qui se trouve toujours dans les profondeurs des mines. Le père de Georges Stephenson était chauffeur d'une de ces machines.

Georges ne se lassait pas de les admirer : elles le préoccupaient plus que ne le faisait le troupeau qu'il gardait dans la prairie voisine. A onze ans, il obtint la permission d'aider son père dans son travail. Mais il était si petit qu'il se cachait derrière les machines quand passait l'inspecteur de la mine, de peur d'être renvoyé. Il se fit bien vite remarquer par son zèle, son intelligence, et, dès l'âge de seize ans, on le jugea assez capable pour lui confier le poste de mécanicien.

Le jeune mécanicien avait toujours aimé les machines, et cherchait à se rendre compte de leur mécanisme ingénieux.

Mais il y avait bien des choses que son ignorance l'empêchait de comprendre.

Celle dont il eut la direction devint l'objet de tous ses soins; il en observait les mouvements avec attention, la démontait fréquemment pour nettoyer ses rouages.

Ses parents, trop pauvres pour l'envoyer à l'école, n'avaient jamais pu lui faire donner la moindre instruction. Aussi, à dix-huit ans, Georges ne savait-il ni lire, ni écrire ! Sentant la nécessité de s'instruire, il acheta un alphabet et s'en alla bravement à l'école du soir de son village, apprendre ses lettres.

Dans ses moments de loisir, il raccommodait les vieux souliers de ses camarades, afin d'augmenter ses gains et

de pouvoir acheter des livres. C'était un infatigable travailleur.

Il se maria jeune, eut un fils et travailla plus encore pour faire vivre sa femme et son enfant, le petit Robert.

Un jour que Georges Stephenson était absent de chez lui, le feu prit à sa maison. Les ouvriers du voisinage accoururent pour l'éteindre, mais en jetant de l'eau, ils abimèrent une pendule à laquelle Georges tenait beaucoup.

Comme elle ne marchait plus, il la démonta, la nettoya et la raccommoda aussi adroitement que l'eût fait un horloger de profession. Voyant cela, tous les habitants du village lui confièrent le soin de réparer leurs montres ou leurs horloges, et Stephenson eut de la sorte une nouvelle corde à son arc, c'est-à-dire un nouveau moyen de gagner sa vie.

Mais, au moment où sa situation s'améliorait, un grand malheur vint le frapper : il perdit sa femme qu'il aimait tendrement.

On le connaissait déjà pour habile mécanicien. On l'appela en Écosse pour diriger, dans une filature, des machines à vapeur de Watt. Il y resta un an et trouva moyen d'économiser 700 francs, somme énorme pour le temps.

Il revint à pied, pour ne point entamer ce trésor. Mais quand il arriva, un affreux malheur l'attendait. En son absence, un terrible accident avait eu lieu : son père atteint par un jet de vapeur était devenu aveugle, par conséquent incapable de travailler, et se trouvait dans la plus profonde misère!

Georges Stephenson sacrifia aussitôt une partie de ses économies pour payer les dettes du vieillard et l'installa dans une jolie maisonnette, où le pauvre aveugle passa paisiblement les dernières années de sa vie.

Cette bonne action accomplie, Georges se trouvait de

nouveau sans ressources. Il avait épuisé toutes ses économies. Il ne se découragea pas et reprit avec ardeur son métier de mécanicien.

Il s'entendait si bien à remettre en bon état les machines détraquées qu'on le surnomma « le médecin des machines ». Sa réputation grandissait chaque jour, et il fut nommé inspecteur de la houillère où il travaillait. Il eut alors de beaux appointements et put envoyer son fils Robert dans une des meilleures écoles de Newcastle.

Robert était studieux, intelligent, et avait, comme son père, un goût prononcé pour la mécanique. Chaque soir, le père et le fils travaillaient ensemble; le fils communiquait au père ce qu'il avait appris à l'école; il lui apportait des livres de science, des dessins de machines, que tous deux étudiaient avec ardeur.

Le travail en commun a du bon. Et si tous les élèves le comprenaient, bien des étourdis et des paresseux profiteraient mieux qu'ils ne font de leur séjour à l'école et du bienfait de ce travail en commun.

Georges Stephenson inventeur.

122. — A mesure que Georges Stephenson complétait ainsi son instruction, il s'exerçait à construire lui-même des machines, et l'idée lui vint de perfectionner les locomotives dont on se servait pour traîner dans les mines les wagons de charbon.

Ces locomotives étaient très imparfaites. Elles faisaient au plus quatre kilomètres à l'heure, consommaient beaucoup de charbon, et produisaient un bruit épouvantable qui effrayait les chevaux et les autres animaux, au point de causer de graves accidents.

Après bien des recherches Stephenson trouva moyen

de faire disparaître ces inconvénients, et parvint à construire une locomotive à peu près semblable à celles que nous voyons partout aujourd'hui.

Cette locomotive entraînait les wagons sur des rails en fer poli, ce qui causa une vive surprise aux savants. On s'était imaginé jusque-là que, sur des rails polis, les roues tourneraient sur place sans avancer, qu'elles patineraient, comme on dit.

Une *locomotive* marche d'autant plus vite qu'elle produit dans un temps donné une plus grande masse de vapeur, et elle traîne un train d'autant plus lourd que la *tension* de cette vapeur est plus élevée.

Mais cette puissance de traction ne peut s'exercer que si les roues adhèrent suffisamment aux rails pour ne pas *tourner sur place*; c'est le frottement des roues de la locomotive sur les rails qui la force à avancer. Et comme ce frottement est proportionnel au poids de la locomotive, celle-ci devra être d'autant plus pesante qu'on voudra lui faire *remorquer*, c'est-à-dire traîner un poids plus considérable.

La locomotive de Stephenson ne fut d'abord employée que pour le transport des marchandises. Mais l'inventeur pressentait qu'elle rendrait bien d'autres services.

« Mes amis, disait-il à ses jeunes ouvriers, j'ai la ferme conviction que vous vivrez assez longtemps pour voir tous les moyens de transport employés dans ce pays, remplacés par des chemins de fer; que vous verrez le jour où les malles-postes voyageront sur rails, et où le chemin de fer deviendra la grande route du roi et de tous ses sujets. Bientôt il en coûtera moins cher à l'artisan de voyager en chemin de fer que de voyager à pied. »

Stephenson disait vrai; mais il eut bien des obstacles à surmonter pour faire accepter ses idées. Quand il proposa d'établir une ligne de chemin de fer entre Liverpool et

Manchester, les habitants du pays firent des difficultés. Ils prétendaient que la locomotive tuerait les oiseaux, empêcherait les vaches de paître et les poules de pondre! Les journaux anglais prédisaient toutes sortes d'accidents.

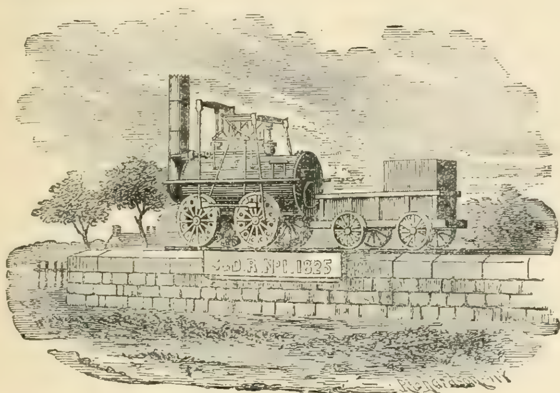


Fig. 78. — Machine de Stephenson.

L'un d'eux disait même : « Que peut-il y avoir de plus ridicule que l'idée de locomotives deux fois plus rapides que les diligences? Autant dire que l'on voyagera bientôt à cheval sur une fusée! »

Malgré toutes les difficultés, après deux ans de lutte, Stephenson put commencer l'établissement de la ligne.

Quand elle fut achevée, on ouvrit un concours entre les constructeurs de locomotives. Les deux Stephenson en présentèrent une, qu'ils avaient nommée la *Fusée* et qui dépassa de beaucoup, en vitesse, toutes les machines rivales (fig. 78). Aucune de celles-ci ne put faire plus de 8 kilomètres à l'heure.

La *Fusée*, au contraire, entraînait de longues files de wagons avec une vitesse de 24 kilomètres à l'heure, et,

débarrassée de sa charge, elle parcourut 40 kilomètres dans le même temps. Ce fut un vrai triomphe.

A partir de ce jour, Stephenson devint célèbre, et se vit applaudi de ceux-mêmes qui, la veille, le raillaient. Le chemin de fer de Manchester à Liverpool fut inauguré avec une pompe solennelle. Bientôt Stephenson fut appelé en France, en Belgique, en Italie, en Espagne et jusqu'en Égypte, pour y établir les premières voies ferrées. Son fils Robert, qui partageait ses travaux et sa gloire, continua son œuvre quand Georges Stephenson se fut retiré des affaires.

L'illustre ingénieur passa paisiblement les dernières années de sa vie dans une belle maison de campagne, où il se plaisait à cultiver des fleurs.

Il était bienfaisant pour tous, et surtout pour ses anciens ouvriers. Il les aidait de sa bourse, les encourageait de ses conseils et leur disait souvent : « Faites comme j'ai fait : *persévérez!* »

Quelques noms français.

123. — Parmi les savants dont nous avons étudié la vie et les travaux relativement à la vapeur et à son application qui amena l'*invention de la locomotive*, nous n'avons cité qu'un nom français, celui de Denis Papin.

Mais il faut aussi citer celui de Cugnot, né en 1725, à Void, département de la Meuse, à qui l'on doit les premiers essais tentés, en 1763, pour appliquer la vapeur au mouvement des voitures; puis celui de Marc Séguin, né à Annonay, département de l'Ardèche, en 1786, à qui l'on doit la chaudière tubulaire qu'il inventa en 1826 : ce qui permit d'augmenter la puissance des locomotives.

Ce fut l'invention de Séguin que, en 1828, Georges

Stephenson et son fils complétèrent en activant le tirage des locomotives par la projection, dans la cheminée, de la vapeur sortant des cylindres, après avoir agi sur les pistons.

Gare. Voies et aiguillage. Signaux.

124. — Les trains qui circulent sur les rails de nos voies ferrées sont de plusieurs sortes. Il y a d'abord des *trains de voyageurs* et des *trains de marchandises*. Ces derniers vont toujours assez lentement.

Quant aux *trains de voyageurs*, il y a les *trains omnibus* qui s'arrêtent à toutes les *stations* ou *gares*, grandes ou petites, et qui ont des places de première, de deuxième et de troisième classe;

Les *trains directs*, qui ne s'arrêtent pas à toutes les stations, et dans lesquels il y a des places de première, de deuxième et de troisième classe; mais où l'on ne peut prendre les places de troisième classe que pour un parcours déterminé et assez long;

Les *trains express*, *rapides*, *éclairs*, qui n'ont pas de troisième classe, et qui passent, sans s'arrêter, un certain nombre de stations où les *directs* s'arrêtent.

Un train a quelquefois besoin de changer de *voie* : ce qui se fait au moyen d'un *aiguillage*, chose que l'on voit même aujourd'hui partout où il y a des *tramways*.

A l'endroit où le train change de *voie*, il y a deux *rails* amincis à leurs extrémités et qui peuvent se déplacer à droite ou à gauche, sous l'action d'un *levier* qu'un homme, nommé aiguilleur, fait mouvoir.

Pour éviter autant que possible les accidents qui pourraient survenir par la rencontre de deux trains, on a imaginé des *signaux*. Le plus important est le *disque*. C'est

un *cercle* rouge placé en haut d'une colonne métallique, et qui peut tourner.

Lorsque ce disque rouge est placé en travers, le train ne doit pas passer, et le mécanicien arrête sa machine. Il ne se met en marche que lorsque le *signal* est changé.

Pendant la nuit, le cercle peint en rouge est remplacé par une *lanterne à verre rouge*, qui, lorsqu'elle est tournée vers le train, donne le signal d'arrêt.

QUESTIONNAIRE. — 120. Qui inventa les chemins de fer? Quelles sont les principales parties d'une locomotive pour la production de la vapeur? Où furent établies les premières lignes de chemin de fer? — 121. Dites ce que vous savez de l'enfance et de la jeunesse de Georges Stephenson. Que devint-il? Qu'arriva-t-il dans sa famille? — 122. Qu'a inventé Georges Stephenson? Quel poste eut-il? Que savez-vous de la vitesse et de la puissance de traction d'une locomotive? — 123. Citez quelques noms français à côté de celui de Georges Stephenson? — 124. Parlez des gares, des voies, des aiguillages et des signaux.

———

Vingt-quatrième leçon.

VÉHICULES. — ORIENTATION ÉTOILE POLAIRE. — BOUSSOLE

Les véhicules. — Messageries. — Diligences.

125. — Au temps d'Henri IV, sur le pavé boueux et inégal de ses rues étroites et tortueuses, Paris voyait rouler beaucoup moins de voitures qu'il n'en voit rouler aujourd'hui. Mais il faut dire que Paris était alors moins grand et bien moins peuplé qu'il ne l'est actuellement.

Le bon roi parcourait sa capitale à cheval, abrité contre la pluie ou la boue par une longue cape. Il n'était même pas rare de voir un second cavalier, parfois une dame, en croupe derrière lui. Les carrosses avaient succédé aux chars de l'ancien temps; mais les hommes les laissaient aux femmes, et Henri III fut noté comme efféminé pour s'en être servi. Ces carrosses étaient de lourdes et solides voitures montées sur d'énormes roues, mal suspendues, fermées par des rideaux de drap ou de velours, avec de larges marchepieds à étages, de véritables escaliers sur lesquels on pouvait s'asseoir.

C'est dans un de ces carrosses que Henri IV fut assassiné.

Ce fut Bassompierre qui, le premier, s'avisa de fermer son carrosse avec des portières garnies de glaces, au lieu de rideaux.

Ces véhicules prirent des dimensions de plus en plus grandes, se surchargèrent d'ornements d'or se relevant en bosse.

Bien qu'ils se fussent multipliés sous Louis XIII, ils n'étaient guère qu'à l'usage du roi et des grands seigneurs. Qu'on se figure le carrosse royal ou seigneurial, avec ses beaux chevaux, l'imposant cocher perché sur un siège très haut; la demi-douzaine de laquais sur le marchepied de derrière, les chasseurs galopant aux portières, tous richement galonnés et chamarrés.

Vers le temps de la Fronde, les fiacres furent inventés, on ne sait par qui : peut-être par un nommé Fiacre, peut-être par Nicolas Sauvage, qui avait son bureau à l'hôtel Saint-Fiacre. On les louait à la journée ou à la course, tout comme aujourd'hui.

Le grand Pascal imagina des véhicules qui suivaient dans Paris un parcours déterminé, avec faculté pour chacun d'y monter et d'en descendre à volonté, moyennant une faible somme : ce fut l'origine de nos *omnibus*. On les appelait alors des *carrosses à cinq sous*, vu que la place se payait cinq sous.

Un duc de Roannez, ami de Pascal, obtint, en 1661, le monopole de cette entreprise. Mais après quelque temps de vogue, elle tomba.

En 1637, un nommé Sous-Carrière, qui était allé en Angleterre pour y faire fortune, comme on va aujourd'hui en Amérique dans le même but, en revint avec une espèce de véhicule connu autrefois chez nous, mais perfectionné par les Anglais : c'étaient les *chaises à porteurs*, complètement disparues de la capitale depuis très longtemps. Les unes étaient mises par des entrepreneurs à la disposition du public; les autres, propriété des nobles et des riches, étaient parfois ornées de fines peintures.

Une variété de la *chaise à porteurs*, ce fut la *vinaigrette*, montée sur deux roues : un homme la tirait par

devant; une femme ou un enfant la poussait par derrière, cela rappelait un peu le *pousse-pousse* de nos expositions universelles.

La calèche, grande voiture découverte, date de 1660. Louis XIV excellait à conduire une calèche à quatre chevaux.

Il paraît même que ce fut ce roi qui mit à la mode les omnibus, à l'époque de leur création.

Le gouverneur général du Poitou avait obtenu, par *lettres patentes* du 10 janvier 1662, le droit de mettre en circulation, dans Paris et ailleurs, des voitures pouvant contenir huit ou dix voyageurs.

Peu de personnes voulant utiliser ces voitures dans lesquelles montait qui voulait, en payant sa place, l'entreprise périclita.

Mais un jour que le roi était de bonne humeur, il monta dans une de ces voitures en compagnie de Mme de Montespan.

Naturellement tous les courtisans voulurent imiter leur souverain.

Puis ce fut le tour des bourgeois. De sorte que bientôt il n'y eut plus assez de places pour les voyageurs qui voulaient monter dans ces *omnibus*. Et l'entreprise réussit.

Plus tard vint le cabriolet.

A la veille de la Révolution, les Anglais nous donnèrent d'autres modèles de voitures, comme le whiskey, équipage à deux chevaux.

Pour les voyages des riches, alors que les chemins de fer n'existaient pas, on construisit, au XVIIIe siècle, des carrosses simples, vastes, assez solides pour résister aux mauvaises routes qui n'étaient pas rares, pourvus de toutes sortes de commodités, même d'un siège percé, ce

qui n'était certes pas la moindre des commodités : c'est la *berline*.

Les voyageurs moins fortunés montaient dans les voitures publiques, affermées à une compagnie et cheminant lourdement et lentement sur les routes, que leur poids défonçait : il leur fallait quatorze jours pour aller



Fig. 79. — Diligence. Cour d'un relai de voitures.

de Paris à Bordeaux. Aujourd'hui on y va en quelques heures.

Turgot cassa le bail avec la compagnie : il organisa des voitures qu'on appela des *turgotines*, en monopole de l'État : elles ne mettaient que cinq jours et demi à faire le même voyage. Puis, quand le service fut confié à la compagnie privilégiée des *Messageries royales*, les voitures publiques prirent le nom pompeux de *diligences*, c'est-à-dire les « rapides ».

Grâce aux chevaux de relai, elles pouvaient faire jusqu'à vingt lieues par jour. Elles eurent trois compartiments, appelés *berlines*, sans compter les places du haut. Mais les départs étaient rares : la voiture de Paris à Lyon ne partait que cinq fois par semaine; celles de



Fig. 80. — Traîneau tiré par un renne.

Paris à Lille, à Valenciennes, à Orléans, trois fois; celles de Paris à Bordeaux, à Rennes, à Metz, deux fois seulement.

On avait aussi mis les cours d'eau à contribution. Sur les fleuves et rivières, on avait organisé un bon service de *coches d'eau*.

Mais aujourd'hui, nos *bateaux à vapeur*, nos *trains* sur les *chemins de fer* vont plus vite que tout cela. Il en est ainsi des *automobiles*, et même des *bicyclettes* que l'on fait marcher à l'aide de *pédales*.

Dans les pays du nord, où la terre est toujours couverte de neige, le seul *véhicule* qu'il soit possible de faire courir sur ces plaines glacées est le *traîneau* (fig. 80) que des *rennes* emportent avec une rapidité extraordinaire. Le traîneau n'a pas de roues.

Les voitures sur rails ne datent pas de très loin. La figure 81 représente la première voiture marchant sur rails

Orientation. Points cardinaux. Étoile polaire. La boussole.

126. — Nous avons parlé des voyages, même des voyages en mer, de la navigation.

Mais pendant longtemps, les marins n'osèrent pas s'a-

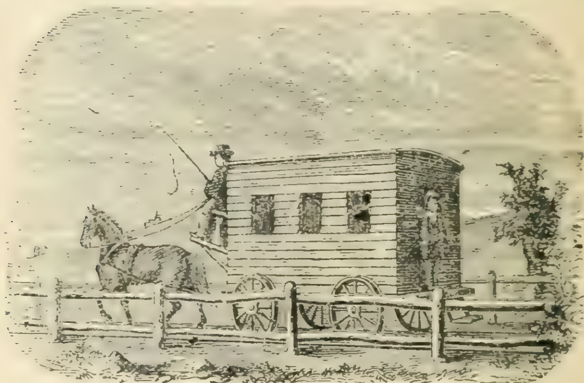


Fig. 81. — Première voiture marchant sur rails.

venturer en pleine mer. Ils naviguaient seulement le long des côtes.

C'est qu'il leur était impossible de savoir dans quelle direction ils allaient, lorsque le soleil n'apparaissait pas.

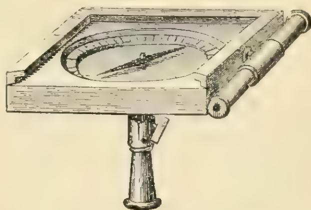
La nuit leur faisait courir mille dangers. Cependant, ils apprirent de bonne heure à distinguer dans le ciel une étoile assez brillante qu'ils voyaient toujours à la même place. Cette étoile est dans la direction du *pôle* nord, et a reçu le nom d'*étoile polaire*.

Mais comment, me direz-vous, la reconnaître au milieu de tant d'autres qui apparaissent en même temps qu'elle?

Il y a dans le ciel une constellation, c'est-à-dire un groupe d'étoiles faciles à trouver à cause de leur disposition. Cette constellation est la *Grande Ourse* ou le *Chariot*. Le nom de *Chariot* lui vient de ce qu'elle est composée de sept étoiles dont quatre représentent les quatre roues, et trois, les chevaux (fig. 82). Eh bien, si nous prolongeons la ligne qui passe par les deux roues de derrière, nous la voyons rencontrer une étoile brillante, l'*étoile polaire*, qui est, en même temps, le dernier cheval d'une autre constellation ayant la même forme que la première et que l'on appelle la *Petite Ourse*, mais disposée en sens inverse de la grande.



Fig. 82. — Comment on trouve le nord.
P. étoile polaire. — α β, roues de derrière du chariot la Grande Ourse.


Fig. 83. — Boussole.

L'*étoile polaire* connue, on a imaginé dans le ciel et sur la terre quatre points disposés en croix qu'on appelle les points cardinaux, qui sont:

1° Le *Nord*;

2° Le *Sud* ou *Midi*;

3° L' *Est*, *Levant* ou *Orient*;

4° L'*Ouest*, *Couchant* ou *Occident*.

Cela connu, on pouvait donc s'orienter la nuit; mais on ne pouvait le faire que par un temps clair, quand les étoiles étaient visibles

Cela ne suffisait pas encore aux hardis marins qui voulaient parcourir toutes les mers de notre planète, de nuit comme de jour, et par tous les temps.

C'est ainsi qu'on inventa la *boussole* (fig. 83).

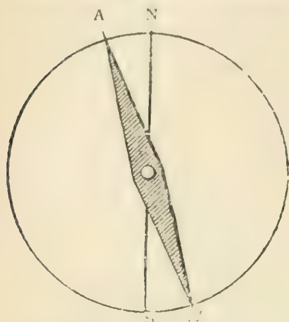


Fig. 84. — Déclinaison magnétique.

NS, ligne indiquant la direction nord-sud ; A A', aiguille aimantée indiquant l'angle qu'elle fait avec le méridien.

La *boussole* est un petit instrument grâce auquel on peut naviguer plus sûrement sur la mer.

C'est un cadran au milieu duquel est un pivot fixe sur lequel une aiguille pose par son milieu : c'est donc une *aiguille à deux pointes*.

L'une de ses pointes est *teintée en bleu* et se dirige toujours à peu près vers le nord. Elle sert donc à s'orienter.

C'est pour ne pas prendre le nord pour le sud et réciproquement, qu'on a donné une couleur différente aux deux pointes de l'aiguille.

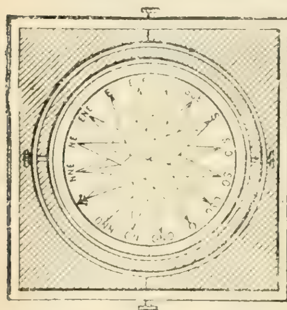


Fig. 85. — Boussole marine.

La figure 84 montre que la direction indiquée par l'aiguille aimantée n'est pas tout à fait celle du nord.

Le jour, quand le soleil paraît, nous pouvons nous orienter facilement ; mais il n'en est plus ainsi quand le ciel est couvert, et pendant la nuit : c'est alors que la boussole est utile. La figure 85 représente une boussole marine.

C'est donc cet instrument qui a permis aux marins de traverser les mers.

On attribue l'invention de la boussole aux Chinois, qui l'auraient employée de temps immémorial. Son usage paraît s'être répandu en Europe au XIIe siècle seulement. Mais il est certain que c'est à elle qu'on doit les grandes découvertes de la fin du XVe siècle.

QUESTIONNAIRE. — 125. Dites ce que vous savez des véhicules sous Henri IV. Sous Louis XIII et Louis XIV. Parlez des messageries et des diligences. Ces véhicules valaient-ils ceux que nous avons aujourd'hui? Citez un véhicule sans roues. — 126. Quels sont les points cardinaux? Comment trouver l'étoile polaire? Qu'est-ce que la boussole et à quoi sert-elle?

Vingt-cinquième leçon.

LES BALLONS

Navigation aérienne. — Les ballons ou aérostats.

127. — Les hommes ont trouvé le moyen de traverser les rivières et les fleuves sans ponts, et les forêts sans routes, à la manière des oiseaux.



Fig. 86. — Ballons : l'un s'élève, l'autre retombe.

Ils voyagent en ballon.

Comment se fait-il qu'un ballon s'élève dans l'air? ai-je souvent entendu dire.

Vous le comprenez sans doute, vous qui avez retenu ce qui a été dit sur la combustion et sur le flottage.

Le ballon monte dans l'atmosphère parce qu'il est moins lourd que le volume d'air qu'il déplace.

Voici un petit ballon, un jouet (fig. 86). Il s'élève dans l'air parce qu'il est plus léger que l'air déplacé par lui. Il est rempli d'un gaz nommé *hydrogène*, qui est moins lourd que l'air.

En voici un autre rempli d'air (fig. 86). Il tombe au lieu de s'élever. Pourquoi?

Parce qu'il est plus lourd que le volume d'air qu'il déplace : il pèse plus qu'un volume d'air égal au sien.

La réflexion est utile.

128. — Lorsqu'il y a un bon feu dans la cheminée, mettez une feuille de papier au-dessus du brasier, et lâchez-la. Qu'arrivera-t-il?

Vous le savez déjà. Elle s'élèvera dans la cheminée. Ceci a dû vous arriver quand vous avez voulu faire brûler une feuille de papier. L'air chaud l'a entraînée avec lui.

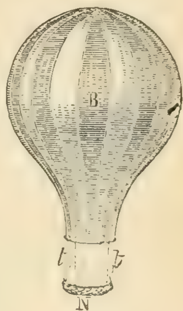


Fig. 87. Montgolfière. N, nacelle avec du feu dedans; — tt. cordes.

Il y a plus de cent ans, c'était en 1783, deux frères, Joseph et Étienne Montgolfier, fabricants de papier à Annonay, dans le département de l'Ardèche, après avoir constaté que l'air chaud s'élève, conçurent l'idée de construire un ballon (fig. 87). Ils le firent en toile, le recouvrirent de papier, et lui laissèrent une large ouverture.

Ils allumèrent sous le ballon un grand feu de paille. L'air chaud monta dedans, en chassa l'air froid qui, plus lourd, tendait à descendre.

Le ballon devint plus léger que le volume d'air dont il occupait la place, s'éleva dans l'atmosphère au grand étonnement de tous les spectateurs. Les ballons étaient inventés.

On les appela des *montgolfières*, du nom des inventeurs.

Les premiers aéronautes furent un mouton, un coq et un canard.

129. — Les ballons inventés, on voulut savoir si la vie est possible dans les régions où s'élèvent ces *bateaux* d'un nouveau genre.

Ce furent des animaux qui eurent les premiers la gloire de s'élever dans les airs. Ceux-ci revinrent de leur voyage aérien aussi bien portants qu'ils étaient partis.

Le 19 septembre 1783, un des frères Montgolfier était admis à répéter à Versailles, devant le roi Louis XVI, l'expérience aérostatique qu'il avait faite, pour la première fois, trois mois auparavant dans sa ville natale.

Une montgolfière fut lancée,aux acclamations d'une foule immense.

Les préparatifs de l'ascension avaient pour témoin anxieux un jeune physicien, nommé François Pilâtre de Rozier qui, lorsque l'aérostat quitta le sol, sauta sur un cheval qu'on lui avait tenu tout prêt, et se lança au galop dans la direction que suivait le globe aérien. Il s'intéressait beaucoup à un point de l'expérience.

On avait suspendu au-dessous de la montgolfière une grande cage, une *nacelle*, dans laquelle étaient un mouton, un coq et un canard.

Le jeune physicien était curieux de savoir comment ces animaux supporteraient le voyage. Quand il se fut assuré que le séjour dans les hautes régions n'avait pas laissé à ces aéronautes la moindre marque d'incommodité, il n'eut plus ni paix ni repos qu'il n'eût accompli lui-même un voyage aérien.

Il monta d'abord dans la nacelle d'un ballon captif, qui fut un jour gonflé au faubourg Saint-Antoine, à Paris.

Mais le 19 septembre 1783, à Versailles, Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes voulurent monter dans la nacelle. Louis XVI s'y opposa. Il ne voulait pas que des hommes exposassent ainsi leur vie. On insista. Le roi consentait seulement à ce que deux condamnés à mort fissent l'expérience. Et de Rozier de s'écrier : « *Eh quoi! de vils criminels auraient les premiers la gloire de s'élever dans les airs! Non, non, cela ne sera point!* »

Et les condamnés à mort n'eurent pas les premiers la gloire de s'élever dans les airs.

Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes en ballon.

130. — Le 21 avril 1784, s'élevait du château de la Muette, au bois de Boulogne, une colossale montgolfière, dans la nacelle de laquelle avaient pris place François Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes.

Ils partirent sur cette mer jusqu'ici explorée par les oiseaux seulement. Ils emportèrent de la paille pour faire du feu, afin d'avoir de l'air chaud dans le ballon aussi longtemps qu'ils le voudraient, à moins que la provision de paille ne vînt à s'épuiser.

Le ballon passa sur Paris, émerveillant la population, et alla s'abattre sur la Butte-aux-Cailles, aujourd'hui dans Paris, dans le 13e arrondissement.

Le tout alla pour le mieux, ce qui encouragea d'autres personnes à entreprendre le périlleux voyage.

D'ailleurs, tous les esprits étaient à ce moment-là portés vers l'aérostation.

Dès lors, Pilâtre des Rosiers (ou de Rozier) devint le héros à la mode ; il fut applaudi, fêté, célébré en prose et en vers ; les faiseurs d'anagrammes, à force de remuer les

lettres de son nom, et à l'aide de quelques légers suppléments, y trouvèrent cette légende : t. es le pr. roi des airs (tu es le premier roi des airs).

Or, pendant que Pilâtre se bornait à renouveler ses

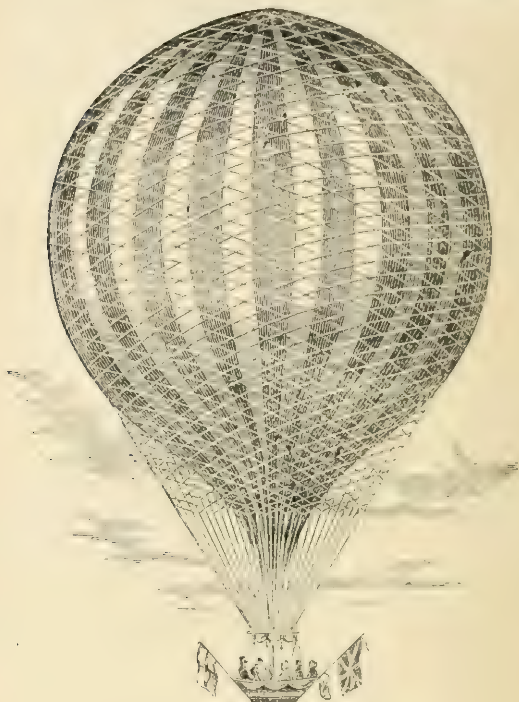


Fig. 88. — Ballon dans les airs.

ascensions, il arriva qu'un rival non moins audacieux, nommé Blanchard, fit en ballon la traversée du bras de mer qui sépare la France de l'Angleterre, entre Douvres et Calais. A la première nouvelle de cet événement, Pilâtre, comme si sa gloire en eût été diminuée, annonça qu'il

ferait la traversée, beaucoup plus longue et par conséquent plus périlleuse, de Boulogne à Londres.

On eut beau lui dire qu'il s'exposait gratuitement à la plus funeste aventure : rien ne put l'en dissuader. Il prétendait, du reste, avoir inventé un nouveau système d'aérostation qui consistait à accoupler deux ballons, l'un à gaz hydrogène, l'autre à air chaud.

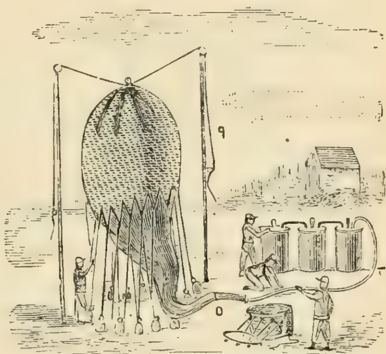


Fig. 89. — Gonflement d'un ballon où il n'y a pas d'usine à gaz.
Q, support. — T, tuyau faisant communiquer les appareils à gaz hydrogène avec le ballon par la tuyère O.

La montgolfière avec son réchaud était placée juste au-dessous du ballon à hydrogène. Le physicien Charles lui dit que c'était placer une mèche allumée sous un baril de poudre.

Les préparatifs furent très longs; les vents étaient toujours contraires; l'enveloppe, conservée dans un endroit humide, commençait à s'endommager. Puis les rats se mirent à la dévorer, il fallut toute une armée de chiens et de chats pour les écarter. On dut même faire venir des hommes qui battaient du tambour pendant toute la nuit pour éloigner les rats. Au dernier moment un ouragan furieux éclata et les magistrats de la ville s'opposèrent au départ.

Enfin le 13 juin 1785, à sept heures du matin, Pilâtre et un jeune savant de la ville, nommé Romain, montèrent dans la nacelle. Un officier supérieur, le marquis de la Maisonfort, s'élança vers le ballon, jeta un rouleau de

200 louis dans le chapeau de Pilâtre, mit le pied dans la nacelle en le suppliant de le laisser partir avec eux. L'aéronaute le repoussa en lui disant : « Nous ne sommes sûrs ni du temps ni de la machine ; je ne puis vous accepter ». Et l'*aéromontgolfière* — c'était le nom de ce double ballon — s'éleva dans les airs et prit bientôt la direction de la mer.

Elle était à peine à quatre ou cinq cents mètres d'altitude que la foule vit avec effroi le ballon à gaz se dégonfler et retomber sur la montgolfière et toute la machine descendre avec une épouvantable rapidité. Les uns prétendirent avoir vu une colonne de flamme, d'autres assurèrent que le ballon avait éprouvé une violente secousse après s'être approché d'un petit nuage blanchâtre sans doute chargé d'électricité. Ce qui se passa en réalité, nul ne peut le dire. On courut à l'endroit où cette masse d'étoffe venait de s'abattre, et l'on trouva sur la côte, à cinq quarts de lieue de Boulogne, parmi les débris de la nacelle, Pilâtre mort, Romain rendant le dernier soupir.

On ne gonfle plus les ballons au moyen d'un feu de paille. Ballons dirigeables et aéroplanes.

131. — Pensez-vous que ce devait être commode de faire un feu de paille dans la nacelle d'un ballon?

Non, n'est-ce pas, mes amis? On aurait pu y mettre le feu, me direz-vous.

C'est sans doute ce qui arriva à Pilâtre de Rozier quand il trouva la mort en traversant la Manche.

Voyant les dangers que pouvaient occasionner les feux de paille, on chercha un autre moyen de gonfler les ballons ; mais alors définitivement avant de leur faire quitter la terre.

On les gonfla avec du *gaz hydrogène* qui est environ quinze fois plus léger que l'air ; mais l'hydrogène a l'inconvénient de traverser trop facilement l'enveloppe du ballon, qui diminue alors peu à peu de volume et descend trop tôt.

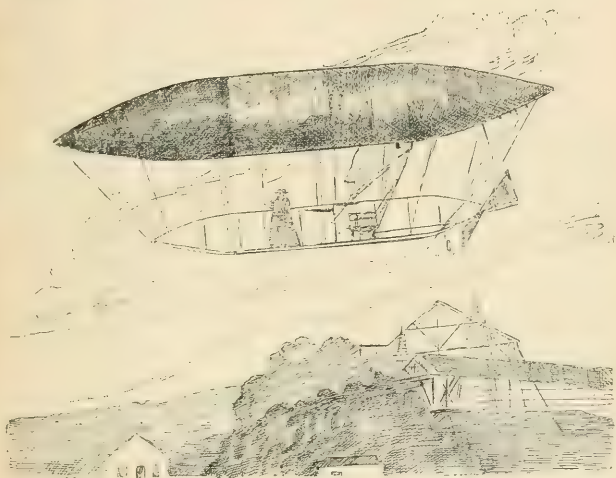


FIG. 90. — Ballon dirigeable, dans les airs, le *Santos Dumont.*

On est parvenu cependant à préparer des étoffes imperméables que le gaz ne peut traverser.

Enfin on a remplacé l'hydrogène par le *gaz d'éclairage* dans le gonflement des ballons.

Pour remplir le ballon, on le fait communiquer avec une conduite de gaz.

Le ballon est enveloppé d'un filet de cordes auxquelles on suspend la nacelle. Lorsqu'on le trouve suffisamment gonflé, l'aéronaute monte dans la nacelle pendant que des hommes tirent sur des cordes qui le tenaient fixé au sol et que l'on décroche.

A un moment donné, quand tout est fini, l'aéronaute crie : « *Lâchez tout* », et voilà la *grosse poire* qui s'élève pour commencer son voyage aérien.

Dans les localités où il n'y a pas de gaz d'éclairage, on a recours à l'hydrogène qui se fabrique sur place, comme le montre la figure 89.

Les ballons ont déjà rendu de grands services, notamment pendant la guerre de 1870 à 1871, et ils en rendront encore de bien plus grands le jour où l'on saura bien les diriger, si toutefois l'on y parvient.

MM. Santos Dumont, Severo et Lebaudy et quelques autres aéronautes ont fait faire un grand pas à la question des ballons dirigeables; mais le problème n'est pas encore résolu.

Aujourd'hui, on s'occupe beaucoup des *aéroplanes* qui sont aussi des espèces de machines à voler, pourvus eux aussi d'un *moteur*, destiné à les mettre en mouvement.

Ce moteur est très léger; il actionne une hélice « *propulsive* », c'est-à-dire une hélice qui pousse en avant.

A l'arrière de l'appareil il y a une « *cellule* », une sorte de chambre cubique qui sert à la direction.

Quatre roues, dont les deux d'avant sont *orientables* et montées sur des *amortisseurs*, permettent à l'aéroplane d'acquérir la vitesse nécessaire à son « *envol* ».

A l'heure actuelle, MM. Henry Farman et Delagrange sont ceux qui ont fait les plus longs parcours en aéroplane.

Questionnaire. — 127. Comment l'homme peut-il s'élever dans les airs? — Pourquoi le ballon s'élève-t-il? — 128. Qui inventa les ballons? A quelle époque? — 129. Quels furent les premiers aéronautes? Qui voulaient monter le ballon de Versailles en 1783? Que voulait Louis XVI? — 130. Qui montaient le ballon qui s'éleva du château de la Muette à Passy en 1784. Qu'arriva-t-il en voulant traverser la Manche? — 131. Comment gonflait-on d'abord les ballons? Quel gaz employa-t-on ensuite? — Avec quoi les gonfle-t-on ajourd'hui? — Dites ce que vous savez sur les ballons dirigeables et les aéroplanes.

Vingt-sixième leçon.

LES BALLONS (suite)

Le premier ballon à gaz.

132. — Le 1er décembre 1783, la moitié de la population de Paris se pressait aux environs du château des Tuileries, où un physicien très habile, le professeur Charles, devait faire une ascension, non plus en montgolfière, comme on l'avait fait jusqu'alors, mais avec un globe de soie gonflé à l'aide de l'hydrogène, le plus léger des gaz connus. Charles avait créé, pour ainsi dire tout d'une pièce, l'art de l'aérostation. Ce fut, en effet, à cette occasion qu'il imagina la soupape, la nacelle, le lest, l'enduit de caoutchouc, le tissu du ballon, enfin l'usage du baromètre.

Le programme de cette ascension, qui devait avoir lieu dans le jardin des Tuileries, avait été annoncé par les journaux, et une souscription de 10 000 francs avait été ouverte et presque immédiatement remplie. Il y avait des souscriptions à *quatre louis* et d'autres à trois francs.

A midi, le jour indiqué, les corps académiques et les souscripteurs à *quatre louis* furent introduits dans une enceinte particulière construite tout exprès autour du bassin. Ceux à trois francs le billet se placèrent où ils purent, dans tout le reste du jardin. Autour du jardin les fenêtres, les combles et les toits de toutes les maisons étaient garnis de monde; les quais qui longent les Tuileries, le pont Royal et la place de la Concorde, alors place Louis XV, étaient également couverts d'une foule immense.

Une garde nombreuse environnait le superbe ballon, maintenait l'ordre et facilitait les manœuvres.

Le ballon, gonflé de gaz et prêt à partir, se balançait dans l'air. C'était un globe de taffetas à bandes alternativement rouges et jaunes.

La nacelle, de toute beauté était bleu et or; elle était suspendue à environ 7 mètres au-dessous du ballon par un filet qui couvrait le globe depuis son pôle supérieur jusqu'à l'équateur. On avait placé des pièces d'artillerie sur la principale terrasse du jardin, et un grand pavillon arboré sur la coupole du palais des Tuileries devait donner le signal aux savants chargés de faire des observations exactes et d'appliquer le calcul à cette brillante expérience.

Un premier coup de canon annonce que tout est prêt pour le voyage. La nacelle est lestée, et chargée des approvisionnements et des instructions nécessaires aux expériences.

Pour connaître la direction du vent, on lance un ballon de soie verte, de deux mètres de diamètre. Charles, qui le tient à l'aide d'une corde, s'avance vers Étienne Montgolfier et le prie de vouloir bien le lancer lui-même.

« C'est à vous, monsieur, répondit le modeste inventeur des aérostats, qu'il appartient de nous ouvrir la route des cieux. » Et le public d'applaudir. Le petit aérostat d'essai, se dirigea vers le *nord-est*, faisant reluire au soleil ses brillantes couleurs. Un deuxième coup de canon retentit; on brûle de fortes amorces de poudre, et l'on met en évidence les signaux sur le dôme des Tuileries.

Les deux aéronautes, Charles et son compagnon Robert, prennent place dans la nacelle, la dernière corde est coupée et le ballon s'élève majestueusement dans les airs. De toutes parts, éclatent des applaudissements immenses. Les soldats rangés autour de l'enceinte présentent les armes, les officiers saluent de leurs épées, et le ballon

s'élève au milieu des acclamations de trois cent mille spectateurs.

Arrivé au-dessus du parc Monceau, le ballon resta un moment stationnaire, tourna sur lui-même, et suivit ensuite la direction du vent.

En passant à Sannois, les aéronautes, ne sachant pas où ils étaient, s'étaient abaissés jusqu'au sol pour demander aux paysans quel était le lieu où ils se trouvaient. Plus loin, au-dessus de l'Ile-Adam, ils avaient engagé une conversation, à l'aide de leur porte-voix, avec les gens du prince de Conti, propriétaire du lieu.

Dans l'air, quand ils se virent hors de la portée des observateurs de Paris, ils mangèrent et burent.

Les voyageurs s'arrêtèrent à trois heures et demie dans la prairie de Nesles, près de la maison d'un gentilhomme anglais qui survint peu de temps après avec le duc de Chartres et le duc de Fitz-James, partis de Paris sur d'excellents chevaux, et qui avaient suivi le ballon sans le perdre de vue.

Robert quitta la nacelle, et Charles repartit seul dans les airs, et parvint, en moins de dix minutes, à près de 4 000 mètres de hauteur, où il se livra à de rapides expériences de physique.

Une demi-heure après, le ballon redescendait doucement, à environ 8 kilomètres de son point de départ. « Je vous confisque, cria à Charles le gentilhomme anglais qui l'avait intrépidement suivi de Paris à Nesles ; vous êtes sur ma terre, vous m'appartenez. » Et, à peine la nacelle avait-elle touché la terre, qu'il conduisit Charles à son château, où il passa la nuit. Le lendemain, le roi accorda une pension de deux mille livres à l'intrépide aéronaute.

Le lest et le parachute.

133. — Dans son voyage aérien, l'aéronaute peut avoir besoin d'*alléger* son ballon, ou de l'*alourdir*. Il emporte avec lui, dans la nacelle, un certain nombre de sacs remplis de sable qui prend le nom de *lest*.

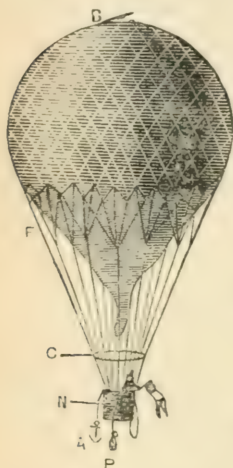


FIG. 91. — Ballon en ascension.
B, soupape de dégonflement; — F, cordages; — C, cercle maintenant les cordes; — N, nacelle; — A, ancre; — P, corde de sûreté.

L'aéronaute a-t-il besoin de s'élever, il jette du sable qui tombe sur la terre, et le ballon monte; a-t-il besoin de descendre, il tire la corde qui fait ouvrir une soupape (fig. 91) située à la partie supérieure du ballon, le gaz s'échappe, et l'air entre dans le ballon qui devient d'autant plus lourd qu'il en entre davantage et qu'il sort davantage de *gaz*.

Quand le ballon descend et qu'il est près de toucher le sol, il pourrait être traîné si le vent était fort. On jette alors une *ancre* attachée à la nacelle, et qui finit par s'accrocher à quelque objet et empêche ainsi le ballon d'être traîné trop longtemps.

Enfin, si l'aéronaute voit du danger à se laisser emporter par son ballon, il l'abandonne et descend en *parachute*.

Le parachute ressemble à un jouet bien connu de vous tous. Le papier représente le parachute proprement dit, et le bouchon de liège représente la nacelle qui y est attachée.

L'aéronaute se place dans la nacelle, détache l'appa-

reil qui descend d'abord avec une très grande vitesse; mais le vent s'engouffre dessous, comme sous un parapluie, et en ralentit la *chute*.

Cette descente n'est pas sans danger. Aussi est-elle peu pratiquée.

A ce sujet, laissez-moi vous dire ce que j'ai vu le dimanche 31 août 1890. Un ballon monté par deux jeunes aéronautes partit de Puteaux, près de Paris.

En quittant la terre, la *grosse poire* s'accrocha à un arbre et à une maison, et fut déchirée. Naturellement le gaz commença à s'échapper.

Néanmoins, le ballon s'éleva jusqu'à 1 000 mètres de hauteur. Puis il se dégonfla et descendit assez rapidement semant l'angoisse chez toutes les personnes témoins du fait. Mais grâce au sang-froid des deux aéronautes qui surent faire usage de leur *lest*, l'*atterrissement* se fit dans d'assez bonnes conditions.

Le ballon s'était déchiré par le bas. Le gaz plus léger que l'air occupait donc la partie supérieure de l'aérostat et ne s'échappait pas trop vite. L'étoffe du ballon *forma parachute* et nos deux aéronautes en furent quittes pour la peur.

Le vent soufflait assez fort, ce qui aurait pu précipiter la chute du ballon; mais ce fut peut-être ce qui la ralentit.

Heureux eussent été les aéronautes *Severo* et son compagnon, montés dans la nacelle du ballon dirigeable inventé par Severo, s'ils eussent eu un semblable parachute quand leur ballon prit feu et vint s'abattre, un matin de printemps 1902, sur l'avenue du Maine à Paris, d'une hauteur de plus de 400 mètres.

Un fait qui rappelle un peu celui du ballon de Puteaux eut lieu le 19 septembre 1902, à Stockholm.

Le capitaine Unge allait entreprendre un voyage en ballon avec l'ingénieur Wikander. Après un trajet de quelques kilomètres, une forte détonation se fit entendre; une explosion, causée par la dilatation du gaz, s'était produite, le ballon, alors à une très grande hauteur, se mit à tomber.

Le ballon déchiré descendit d'abord avec une très grande rapidité. Heureusement que bientôt s'ouvrit le parachute placé au-dessous, ce qui permit de sauver les aéronautes.

Le ballon captif des Tuileries à l'Exposition universelle de 1878.

134. — Il mesurait 36 mètres de diamètre et 108 mètres de tour à son équateur. Il était formé de sept tissus superposés : un premier tissu intérieur en mousseline, une couche de caoutchouc, une solide étoffe de lin, une deuxième couche de caoutchouc, une seconde étoffe de lin, une troisième couche de caoutchouc, et une dernière étoffe en mousseline.

Pour le confectionner, on employa 500 kilos d'étoffe valant environ 60 000 francs. Sa surface était de 4070 mètres carrés et son volume d'environ 24 millions de litres.

Le ballon était enfermé dans un filet de cordes de chanvre entre-croisées formant 60 000 mailles. Toute cette masse de cordage pesait 6 000 kilos, et revenait à 60 000 francs. Au filet étaient fixés 8 câbles de retenue que l'on accrochait à des ancres implantées en terre.

Au signal donné, les câbles de retenue étaient lâchés, le ballon montait sans aucune secousse. Pour les per-

sonnes qui s'élevaient dans les airs, les vieux bâtiments des Tuileries semblaient s'enfoncer en terre, et la Seine ne paraissait plus qu'un petit ruisseau.

QUESTIONNAIRE. — 132. Où fut gonflé le premier ballon à gaz? Dites tout ce que vous savez de cette ascension? — 133. Parlez du lest. Qu'est-ce que le parachute et à quoi sert-il? Racontez l'histoire du ballon parti de Puteau, le 31 août 1890. Comment mourut l'aéronaute Severo? — 134. Faites la description du ballon captif des Tuileries à l'exposition universelle de 1878.

Vingt-septième leçon.

LES BALLONS MILITAIRES
ÉCOLE AÉROSTATIQUE DE MEUDON

Les ballons militaires.

135. — Dès les premiers temps de la grande Révolution française, surgirent diverses propositions relatives à l'emploi des ballons dans l'armée.

De Morveau proposa d'utiliser des *ballons captifs* : ceux-ci, retenus par des câbles, ne devaient s'élever qu'à une hauteur suffisante pour permettre aux observateurs placés dans la nacelle de découvrir l'ennemi et ses manœuvres. Rien n'était livré dès lors à l'imprévu et aux caprices des courants atmosphériques; aussi cette proposition faite au sein de la commission nommée par le gouvernement, et dont faisaient partie Berthollet, Monge et Carnot, fut-elle aussitôt prise en considération.

De Morveau s'adjoignit Lavoisier et Coutelle pour produire économiquement le gaz hydrogène, propre à gonfler les ballons.

La République reconnut l'aérostation militaire, et Coutelle fut nommé directeur des épreuves aérostatiques. A peine installé, il fit venir, pour perfectionner le résultat de ses premiers essais, Conté, tour à tour peintre, chimiste et mécanicien, qui, disait Monge, « avait toutes les sciences dans la tête et tous les arts dans la main ».

Et les deux savants se mirent à l'œuvre. En un temps relativement court, ils arrivèrent à construire un outillage

pratique. Quatre jours après, la formation d'une compagnie d'aérostiers militaires fut décidée; elle fut formée et son commandement remis à Coutelle, nommé en même temps capitaine.

Presque aussitôt formée, la compagnie fut dirigée sur Maubeuge, où un mois après elle fut assiégée par les Autrichiens.

Des jardins du collège, où il avait installé son parc, Coutelle suivit tous les mouvements de l'ennemi. Ce constant espionnage produisit un effet démoralisateur sur l'adversaire, désespéré de se savoir surveillé au point de ne pouvoir rien dérober à notre connaissance, et réciproquement, l'influence sur nos hommes fut des plus salutaires, ceux-ci se voyant à l'abri de toute surprise.

Les Autrichiens résolurent de tenter la destruction de l'aérostat. Ayant remarqué qu'il s'élevait chaque jour presque à la même place, ils établirent, une nuit, une grosse pièce qui, au moment de l'ascension, lança quelques boulets. Heureusement, ils n'atteignirent pas leur but.

La sympathie pour ce premier ballon fut grande dans toute l'armée. Occupés par les mille détails d'une invention nouvelle, incomplète et périlleuse, les soldats du corps d'aérostiers avaient peu de temps à consacrer aux nécessités de la vie; mais leurs camarades se faisaient un plaisir de leur venir en aide, et, plus d'une fois, les aérostiers trouvèrent au feu du bivouac la soupe préparée à leur intention.

De Maubeuge, Coutelle et sa compagnie reçurent l'ordre de partir pour Charleroi.

Malgré un investissement assez serré, Coutelle et son matériel parvinrent à franchir, de nuit, les lignes de

l'ennemi, non sans opérer, en cours de route, une reconnaissance. Le soir même, il arriva à Charleroi et trouva le temps de s'élever avant la nuit pour observer la place. Le lendemain, il fit une nouvelle ascension; enfin le surlendemain eut lieu la bataille de Fleurus.

L'*Entreprenant* — c'est le nom de ce premier ballon militaire — domina huit heures durant le champ de bataille. Coutelle et l'officier qui l'accompagnait correspondirent constamment avec l'armée, dévoilèrent chaque manœuvre de l'ennemi et firent si bien que Jourdan, renseigné à merveille, remporta la victoire.

Le gouvernement n'avait pas cessé de suivre avec sollicitude les progrès de cette branche nouvelle de l'état militaire. Dès l'ordre de départ pour Maubeuge donné à Coutelle, le gouvernement avait décrété, le 25 juillet 1794, la formation d'une deuxième compagnie, et en avait confié le commandement à Conté. Les résultats excellents obtenus à Fleurus, malgré l'accident survenu peu après à l'*Entreprenant*, par suite d'une fausse manœuvre qui fit porter l'aérostat contre un arbre où il s'abîma, engagèrent le gouvernement à établir, sur des bases plus durables et plus scientifiques, le corps des aérostiers.

Création de l'École aérostatique de Meudon.

136. — Le 1er novembre 1794, le Comité de salut public créait l'*École nationale aérostatique* de Meudon pour assurer le recrutement et former des officiers.

Cette école comprenait soixante élèves qui s'y exerçaient à la physique, à la géographie, aux arts mécaniques, ainsi qu'à tout ce qui concerne l'aérostation.

A cette école de Meudon, se trouvait également le grand dépôt du corps et son matériel au complet.

Conté, nommé directeur, multiplia ses recherches et ses expériences, dont les résultats et le secret nous sont inconnus. Mais on sait que déjà Conté était arrivé à construire des ballons avec des enveloppes assez imperméables pour permettre aux aérostats de faire un service actif de *trois mois*, sans avoir besoin de se réapprovisionner de gaz léger.

Successivement sortent des ateliers le *Céleste*, envoyé à l'armée de Sambre-et-Meuse pour rejoindre l'*Entreprenant* reconstitué, l'*Hercule* et l'*Intrépide*, qui sont envoyés à l'armée du Rhin et de la Moselle.

Tout cela réclamait un nouveau personnel. Une autre compagnie est créée, son effectif porté à 55 hommes, soldats et officiers compris. Coutelle est nommé chef de bataillon et les capitaines des deux compagnies sont Lhomond et Delaunay.

On trouve alors des aérostats à toutes nos frontières, à Frakenthal, où le ballon est criblé de balles, à Worms, à Manheim, où l'aérostat brave la mitraille pour faire une utile reconnaissance.

A Watzbourg, le 1er septembre 1796, dans un mouvement de retraite trop précipité, la première compagnie tombe avec son matériel aux mains de l'ennemi et reste dans une inaction forcée jusqu'aux préliminaires de paix de Leoben, où la liberté lui est enfin rendue. La seconde, oubliée d'abord à Strasbourg, est méconnue par Hoche qui succède à Jourdan.

Sans avoir accepté qu'elle manœuvre devant lui, Hoche demande son licenciement par la curieuse lettre que voici, et dont l'orthographe prouve que le brave général était plus habile à manier l'épée que la plume :

« Je vous informe, citoyen ministre, qu'il existe à l'armée de Sambre-et-Meuse une compagnie d'*aérostat-*

tiers qui lui est absolument inutile; peut-être pourrait-elle servir *utillement* dans la 17e division militaire du voisinage de la capitale, du *thélégraphe*, pourrait lui faire des découverte *essentiles* au bien public; je vous engage donc à me permettre de diminuer l'armée de cette troupe qui ne peut être qu'à sa charge. »

« Signé : L. HOCHE. »

La lettre de Hoche avait porté à la 2e compagnie le coup de grâce dont elle ne put se relever, malgré les protestations réitérées de son capitaine. La première, revenue de Prusse, obtint de faire partie de l'expédition d'Égypte. Mais c'était pour y périr presque aussitôt.

A peine arrivée à Aboukir, elle fut portée à l'avant-garde avec les autres troupes. Séparée de son matériel, elle eut la douleur de voir le bâtiment qui le portait criblé de coups, incendié et coulé lors du désastre de notre flotte.

Le ballon du couronnement de Napoléon Ier.

137. — Suivant la coutume introduite pendant la campagne d'Égypte, les jours d'allégresse, les fêtes du couronnement de Napoléon furent égayées par l'ascension d'un ballon. Mais voici que la montgolfière, trop bien gonflée et poussée par un vent favorable, se dirige rapidement vers le Midi.

Les Alpes ne sont point une barrière et la voici bientôt à Rome, s'accrochant à la statue de Néron, la coiffant de la couronne impériale qu'en guise d'ornement, Garnerin avait assujettie au-dessous d'elle. Depuis lors, à part de rares exceptions, comme par exemple ce ballon envoyé à Alger en 1830, emballé, rapporté et payé sans avoir été sorti de sa caisse, il faut arriver au siège de Paris, 1870,

pour retrouver les aérostats devant l'ennemi, et attendre l'année 1871 pour voir se rouvrir les portes du parc aérostatique de Meudon.

Les ballons pendant la guerre de 1870.

138. — Investi de toutes parts, Paris ne savait comment communiquer avec la province. Impossible de le faire par eau ni par terre. Mais l'air restait.

On lança des ballons, chargés de porter les nouvelles dans les provinces. Le gouvernement de Paris put correspondre avec celui de Tours. Les familles purent rassurer leurs parents et leurs amis inquiets.

Les ballons partaient la nuit pour déjouer les attaques de l'ennemi. Le vent les entraînait souvent au loin et plusieurs n'arrivèrent pas à destination. Les hommes qui partaient en ballon étaient de véritables héros qui avaient fait d'avance le sacrifice de leur vie.

Un membre du gouvernement de la défense nationale, Gambetta, partit ainsi et put atterrir près de Montdidier. Mais, hélas! d'autres furent moins heureux.

L'ascension la plus émouvante fut certes celle du ballon la *Ville d'Orléans*. Les deux héros qui le montaient, *Rolier* et *Bézier*, furent emportés à travers les ténèbres dans la direction du Nord. Quelle ne fut pas leur stupéfaction quand le jour parut. Leur ballon descendait vers une forêt de sapins, blanche de neige. Ils se trouvaient dans un pays inconnu, par un froid terrible, sans armes, ni couvertures, ni vivres.

Arrivés à terre, et après avoir quitté la nacelle, ils errèrent longtemps à travers des plaines glacées. Enfin ils finirent par rencontrer un paysan qui leur apprit qu'ils étaient en Norvège. Ils étaient partis de Paris la veille au

soir. Ils allèrent à Christiania, où on leur fit une réception enthousiaste. Partout sur leur passage éclataient les cris de : *Vive la France! Vive la France!*

Des femmes du peuple se pressaient autour d'eux et leur présentaient leurs enfants, en leur disant : *Bénissez nos fils pour que plus tard ils soient braves comme vous*!

Honneur à ces braves aéronautes qui ont si bien servi la France! Honneur au peuple généreux qui les a si bien accueillis.

Questionnaire. — 135. A quelle époque proposa-t-on d'avoir des ballons militaires? La proposition fut-elle bien accueillie? Où fut d'abord envoyée la compagnie d'aérostation? Que fit Coutelle? Que voulurent faire les ennemis? Où vont nos aérostiers quand ils quittent Maubeuge? — 136. Quand fut créée l'École aérostatique de Meudon? Quel était son but? Que fit Hoche à la 2e Compagnie d'aérostiers? — 137. Que savez-vous du ballon du couronnement de Napoléon Ier? Où fut envoyé un ballon en 1830? En quelle année se rouvrit l'école aérostatique de Meudon? — 138. Que savez-vous sur les ballons de la guerre de 1870-1871? Citez quelques aéronautes célèbres de cette année fatale.

Vingt-huitième leçon.

LE TÉLÉGRAPHE ET LE TÉLÉPHONE CHAPPE

Le télégraphe.

139. — Le télégraphe est une invention très ingénieuse qui paraît toute simple, mais qui ne l'est pas autant qu'elle en a l'air.

Vous connaissez ces fils, appelés *fils télégraphiques*, qui

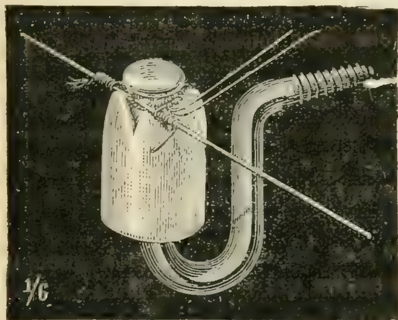


Fig. 92. — Champignon en porcelaine supportant les fils télégraphiques.

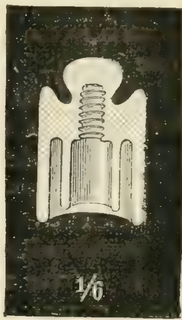


Fig. 93. — Cette figure montre comment est fixé le champignon de porcelaine.

sont établis tout le long des chemins de fer et de quelques routes, sur d'énormes poteaux portant des sortes de champignons en porcelaine (fig. 92, 93).

Peut-être vous est-il déjà arrivé de mettre votre oreille

près d'un de ces poteaux pour écouter une sorte de musique produite par ces *fils*.

Certaines personnes disent : *c'est une dépêche qui passe*. Il n'en est rien. La dépêche ne fait pas de bruit. Celui que l'on entend est produit par la *vibration* des fils que le vent met en mouvement, et qui résonnent comme les cordes d'un violon, d'une harpe ou de tout autre *instrument à cordes*.

D'ailleurs il ne faut pas croire que la dépêche passe en réalité à travers le fil, ni le parcoure.

Ces *fils* établis aujourd'hui dans tous les pays civilisés, qu'ils parcourent dans tous les sens, servent à transmettre les ordres, les nouvelles avec la rapidité de la pensée. Quelques minutes suffisent pour envoyer une *dépêche* d'un bout de la France à l'autre. Et le *télégraphe* peut transmettre la même nouvelle dans toutes les directions et au même instant.

Votre ami est parti à deux cents lieues de vous. Il débarque, vous envoie une dépêche avant de quitter la gare, et la dépêche peut être arrivée au bureau télégraphique de votre ville avant que votre ami soit rentré chez lui ou à l'hôtel.

Cette *merveille*, car c'en est une, est due à quelques plaques de *zinc* et de *cuivre* qui trempent dans de l'eau étendue d'acide sulfurique.

On arrive à produire l'électricité comme celle qui produit les éclairs en temps d'orage.

L'électricité se transmet le long d'un fil de fer, quelque long qu'il soit, avec une telle vitesse qu'elle arrive à l'autre bout presque au moment où elle part.

A chaque extrémité du fil il y a deux appareils : l'un sert à lancer la dépêche (fig. 94); l'autre (fig. 95), à recevoir celles qui arrivent des autres bureaux.

Chaque bureau du télégraphe est donc pourvu de deux appareils.

Nous savons déjà qu'en chauffant l'un des bouts d'un fil de fer, il arrive un moment où l'autre bout est chaud aussi.

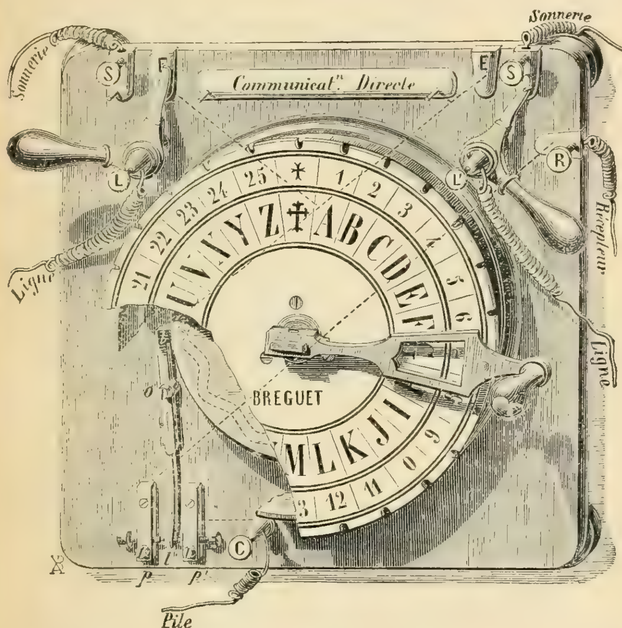


Fig. 94. — Cadran expéditeur du télégraphe.

La chaleur a donc parcouru le fil de fer : elle est passée, sans qu'on la voie, à travers le fil. Autrement dit, elle s'est propagée d'une extrémité à l'autre.

L'électricité fait la même chose dans le fil télégraphique, elle le parcourt, mais avec une rapidité étonnante.

Vous savez déjà que si l'on frotte avec de l'étoffe un

bâton de cire à cacheter, ce bâton attire à lui de petits morceaux de papier. C'est que le frottement a fait développer de l'électricité dans la cire, que la cire s'est *électrisée*.

Vous pourrez faire la même chose avec la *gomme-laque* qui sert à faire la cire à cacheter, avec une baguette de

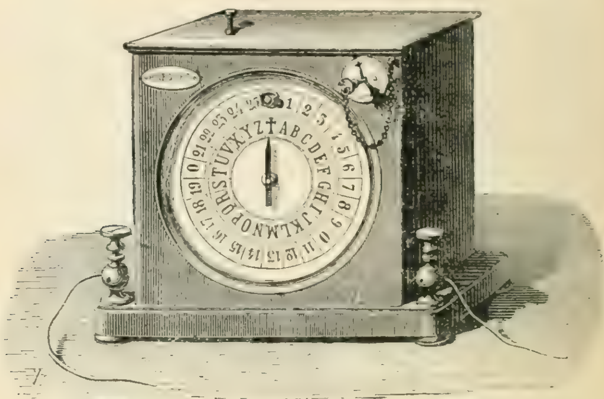


Fig. 95. — Cadran de télégraphe. Cadran récepteur.

verre, de l'*ambre jaune* ou *succin*, un porte-plume en *caoutchouc*, un bâton de *résine*.

Nous avons dit en parlant des métaux que tous ne sont pas parcourus par la chaleur avec la même rapidité.

Eh bien, il en est ainsi d'autres corps pour l'électricité : les uns sont parcourus, traversés par l'électricité, avec une rapidité extraordinaire, tandis que les autres gardent la leur où elle s'est développée, ou ne se laissent traverser par elle qu'avec lenteur.

Les premiers sont de *bons conducteurs* de l'électricité, comme les métaux, le bois...; les autres sont de *mauvais conducteurs*, comme la porcelaine, la soie, etc.

Il y a autre chose à considérer. On reconnaît deux sortes d'électricité, deux *fluides* de noms différents, que l'on nomme, pour plus de facilité, *fluide vitré* ou *positif* et *fluide résineux* ou *négatif*.

Deux corps chargés d'électricité de même nom se repoussent; tandis qu'ils s'attirent s'ils sont chargés d'électricité de noms différents.

Si le bâton de cire électrisé attire les morceaux de papier, c'est qu'il ne porte pas la même électricité que le papier.

Un corps est toujours plus ou moins électrisé.

Supposons maintenant un fil de fer fortement électrisé par un moyen quelconque.

Si à l'une de ses extrémités il attire un corps, il l'attire aussi à l'autre bout; s'il le repousse à un bout, il le repousse aussi à l'autre.

Ainsi tout mouvement fait d'un côté se reproduira exactement de l'autre côté, et cela au même moment ou à peu de chose près.

Cela dit, voyons comment on envoie une dépêche.

Les cadrans de l'appareil télégraphique portent les lettres de l'alphabet, les caractères appelés chiffres, et une aiguille mobile tourne au centre (fig. 94). Sur le cadran du point de départ, l'aiguille, mise en communication avec le fil télégraphique, tourne et s'arrête, je suppose, sur la lettre *o*. Mais, pendant ce temps, l'aiguille du cadran du lieu d'arrivée tourne aussi et s'arrête comme la première sur la lettre *o*. On fait aller les aiguilles sur *u*, puis sur *i*, et l'on a le mot *oui*, transmis à l'autre bout du fil sur le cadran.

Mais comment se fait-il que l'électricité parcourant le fil télégraphique ne passe pas dans le bois du *poteau*, qui

est un bon conducteur, pour aller se perdre dans la terre? C'est que le fil n'est pas en communication avec le bois : il passe sur le champignon ou *godet* de porcelaine (fig. 92). Et comme la porcelaine est mauvaise conductrice de l'électricité, elle ne se laisse pas traverser par elle, et l'oblige à suivre le fil.

Les signaux et le télégraphe aérien. — Chappe.

140. — Avant d'arriver à ces merveilles que nous appelons *télégraphe électrique* et *téléphone*, les hommes ont employé divers moyens plus ou moins imparfaits pour communiquer les uns avec les autres, pour transmettre au loin leur pensée, la nouvelle d'événements heureux ou malheureux.

Les anciens employaient des étoffes de diverses couleurs, des voiles, des drapeaux.

Les Gaulois, nos ancêtres, s'avertissaient par des cris poussés de distance en distance. Ces cris répétés de village en village, d'une hauteur à l'autre, franchissaient l'espace, et en peu de temps la nouvelle, bonne ou mauvaise, se répandait dans tout le pays.

Mais il n'est pas toujours prudent de crier tout haut certaines nouvelles.

Plus tard, on alluma de grands feux sur des tours ou sur les montagnes. C'était surtout la guerre que ces feux annonçaient.

Mais plus tard encore, en 1793, les frères Chappe construisirent le premier télégraphe *aérien* (fig. 96), et la première nouvelle que celui-ci transmit fut la reprise de la ville de Condé à la frontière nord sur les Autrichiens (1er septembre 1793).

Dans ce télégraphe, une barre mobile et deux bras

mobiles à chaque extrémité de cette barre exécutaient des signes, reproduits de station en station. On plaçait cet appareil sur une tour ou sur une hauteur.

On peut voir à Paris, à l'intersection des boulevards Saint-Germain et Raspail et de la rue du Bac, une reproduction de cet appareil.

Voici comment la première idée en vint à l'un des frères Chappe :

Claude, l'aîné, terminait ses études dans un pensionnat

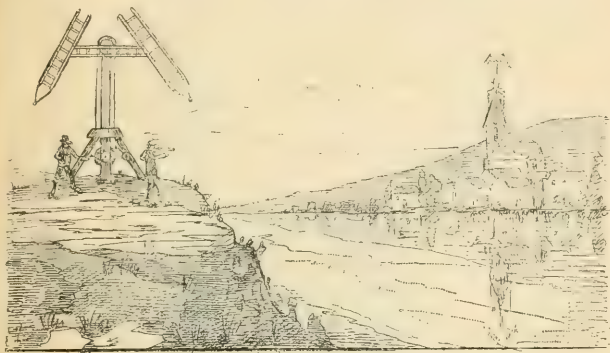


FIG. 96. — Télégraphe aérien ou de Chappe.

situé à plus de deux kilomètres, mais en face de celui où étaient élevés ses trois frères.

Ces quatre jeunes gens, qui s'aimaient beaucoup, souffraient d'être séparés.

Leur père leur avait donné des lunettes d'approche qui leur permettaient de s'apercevoir d'une école à l'autre par les fenêtres, mais cela ne suffisait pas à leur amitié!

L'aîné, cherchant toujours à mieux correspondre, imagina de faire des signaux à ses frères à l'aide de trois grandes règles dont la plus longue, située au milieu,

portait à ses extrémités les deux autres qui lui servaient de bras.

La réussite fut complète, et la *machine de Chappe*, c'est ainsi qu'on l'appela tout d'abord, fut appréciée du public.

Aussi établit-on des appareils semblables sur des tours ou ailleurs pour communiquer.

Elle fut pendant un certain temps en usage, mais la nuit et les brouillards empêchaient de voir les signaux.

Enfin, le *télégraphe aérien* fut avantageusement remplacé par le *télégraphe électrique*.

Téléphone.

141. — Par le *téléphone*, on entend la voix de la personne qui parle.

Il y a dans notre oreille une fine membrane, appelée *mem-*

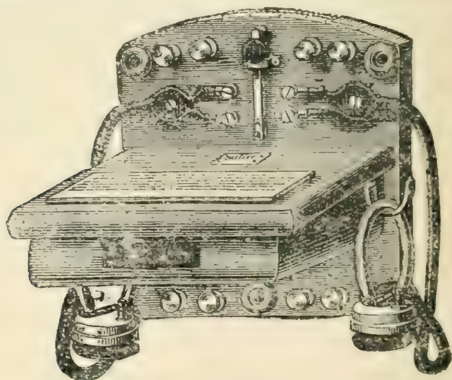


Fig. 97. — Téléphone.

brane du tympan, qui nous permet de percevoir les sons.

Cette perception des sons se fait par les vibrations de cette membrane.

Eh bien, le *téléphone* est un instrument destiné à trans-

mettre les sons à distance au moyen d'une plaque mince de *fer doux* (fig. 97) ; celle-ci, lorsque des sons sont produits près d'elle, *vibre*, et fait vibrer à l'*unisson*, à l'aide d'un fil électrique, une lame semblable située à l'autre extrémité



Fig. 98. — Récepteur du téléphone, que l'on met à l'oreille pour entendre l'interlocuteur.

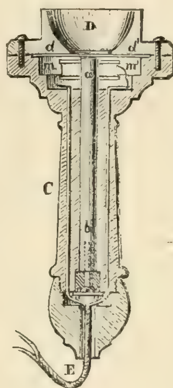


Fig. 99 — Coupe du récepteur.

du fil, et produit sur la membrane du tympan des vibrations correspondantes, qui se traduisent en sons identiques

Le son de la voix transmis par le téléphone est un peu criard, mais on peut reconnaître la voix d'une personne

Vous habitez Paris, par exemple, un de vos parents ou de vos amis habite Bordeaux, Lyon, Marseille, ou une autre ville. Vous faites installer tous les deux le téléphone chez vous, dans votre cabinet de travail, votre salon, votre salle à manger ou toute autre pièce de l'appartement. Vous vous installez confortablement sur votre chaise ou dans votre fauteuil, et vous conversez ensemble comme si vous étiez en présence l'un de l'autre.

Pour pousser l'illusion plus loin, vous pouvez avoir devant vous la photographie de votre ami comme il aura la vôtre. Et qui vous empêchera d'avoir vos bustes ou vos portraits en pied?

Quelle belle chose que la science! Et dire qu'il y a encore des personnes qui n'en connaissent pas toute l'utilité!

Pour percevoir les sons transmis par le téléphone, on place à l'oreille un petit appareil, comme celui que représentent les figures 98 et 99, et appelé *récepteur*.

Monnaies, poids et mesures du temps de Louis XIV, Louis XV et Louis XVI.

142. — Aujourd'hui, nos monnaies, nos poids et nos mesures sont les mêmes pour toute la France; c'est notre *système métrique*, ainsi appelé parce qu'il a pour base le *mètre*. Mais il n'en fut pas toujours ainsi.

L'argent se comptait autrefois par livres, sous et deniers. Du temps de Louis XIV la livre valait 1 fr. 80; sous Louis XV, elle valait de 1 fr. 66 à 1 fr. 78; sous Louis XVI, 1 fr. 44.

La livre valait vingt sous, et le sou douze deniers. Le sou valait quatre liards.

Les poids et mesures variaient à l'infini. Chaque province avait les siens, et, même quand le nom était semblable, la valeur était différente.

La livre de Paris valait seize onces; celle de Lyon, quatorze; celle de Marseille, treize.

A Paris, la livre valait deux marcs; le marc, huit onces; l'once, huit gros; le gros, trois deniers; le denier, vingt-quatre grains.

A Paris, les mesures pour les blés étaient le boisseau, le minot, qui valait trois boisseaux; le setier, qui valait quatre minots; le muid, qui valait douze setiers.

Le setier de Soissons en valait trois de Paris, celui d'Amiens quatre et demi.

Les mesures pour les liquides n'étaient pas les mêmes que pour les grains.

Quant aux mesures agraires, ou mesures des champs, on peut se faire une idée de leur variété par celles qu'on emploie encore aujourd'hui, dans les campagnes, concurremment avec le système métrique, c'est-à-dire avec les mesures exigées par la loi.

On voit quelles entraves ces diversités apportaient aux affaires, même de province à province : les mots n'ayant pas la même signification, il semblait qu'on ne parlât pas la même langue commerciale.

En 1766, on fit une tentative pour préparer une certaine unification. Une déclaration enjoignit alors d'envoyer aux *bailliages* et *sénéchaussées* d'une partie de la France, à titre d'étalons, la livre poids de marc, la toise de six pieds et l'aune en usage à Paris. C'était une indication donnée au commerce de ces régions, non une obligation imposée.

Philippe V et Louis XI avaient rêvé l'unité des poids et mesures dans tout le royaume de France.

Mais ce ne fut mis à exécution que bien plus tard.

Questionnaire. — 139. A quoi sert le télégraphe? Comment se transmet la dépêche? Comment envoie-t-on une dépêche? Comment est-elle reçue? Comment appelle-t-on le fluide qui fait qu'on peut transmettre une dépêche? — 140. Comment faisaient les hommes d'autrefois pour transmettre les nouvelles au loin? Que fit Claude Chappe pour communiquer avec ses frères? Faites-en le récit? — 141. Dites ce que vous savez sur le téléphone? — 142. Dites ce que vous pourrez sur les monnaies, les poids et les mesures du temps de Louis XIV, Louis XV et Louis XVI.

QUATRIÈME PARTIE

DIVISION DU TEMPS

Vingt-neuvième leçon.

LA TERRE ET LE SOLEIL. — LE JOUR

La terre reçoit sa lumière du soleil.

143. — La nuit, il fait quelquefois bien noir; le jour, il fait clair. D'où nous vient cette lumière? Du soleil, n'est-ce pas?

La terre reçoit donc sa lumière du soleil. Mais quelle est la forme de la terre? Nous le savons : elle est ronde comme une boule; c'est un vaste globe qui roule dans l'espace. Elle tourne autour du soleil en une année de 365 jours un quart, et fait un tour sur elle-même en un jour de 24 heures.

Le soleil qui éclaire la terre en est très éloigné, et si éloigné que si nous voulions évaluer en kilomètres la distance qui sépare ces deux astres, nous aurions un nombre dont vous ne pourriez vous faire une idée.

Le soleil envoie à la terre une grande quantité de chaleur.

144. — La terre, beaucoup plus petite que le soleil (fig. 100), est cependant très grosse.

Pour que la surface de la terre soit fortement échauffée par les rayons du soleil, il faut que celui-ci lui envoie une grande quantité de chaleur.

Une barre de fer exposée au soleil par un temps très chaud

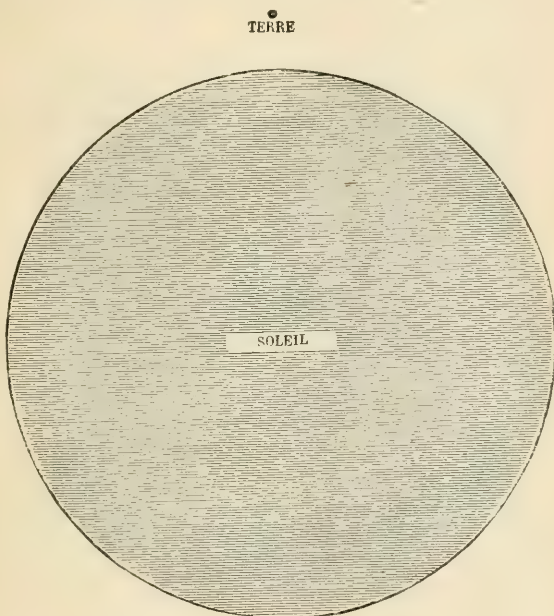


Fig. 100. — Dimensions comparées du soleil et de la terre.
Pour représenter la distance vraie de la terre au soleil, les deux figures devraient être à $8^{m},10$ l'une de l'autre.

s'échauffe tellement qu'il est impossible de la tenir à la main.

Si la chaleur du soleil échauffe ainsi une grande partie de la surface de la terre, que serait-ce donc si nous nous servions d'une énorme lentille en verre pour réunir en un seul point tous les rayons qui tomberaient sur une grande surface?

Nous pourrions enflammer du papier et même de petits morceaux de bois.

On raconte qu'Archimède, savant grec qui vivait il y a bientôt vingt-deux siècles, incendia, au moyen de miroirs convenablement disposés, la flotte romaine, au siège de Syracuse.

Il est donc bien juste de dire que le soleil envoie à la terre une grande quantité de chaleur.

Si nous emmagasinions la lumière et la chaleur du soleil, nous pourrions nous passer de combustibles pour le chauffage et l'éclairage.

Il paraît qu'on a trouvé le moyen d'en faire provision.

Le soleil n'échauffe pas également toute la surface de la terre.

145. — La chaleur du soleil ne se répartit pas également sur toute la surface de la terre. Il fait plus chaud à l'équateur qu'aux pôles. Et ici, dans notre pays, la chaleur est plus forte qu'aux pôles et plus faible qu'à l'équateur.

Au point de vue de la température, on divise la surface de la terre en cinq grandes divisions appelées *zones* (fig. 101). Mais il ne faut pas croire qu'il y ait un changement brusque de température en passant d'une zone à une autre.

Axe de la terre. Équateur. Parallèles. Méridiens. Zones.

146. — La terre est ronde. Sa forme est à peu près celle d'une orange. Si l'on traverse une orange dans un certain sens au moyen d'une aiguille à tricoter, autour de laquelle on peut la faire tourner, on dit alors que l'aiguille est l'axe de la boule (voir fig. 104).

La tige qui traverse également notre globe scolaire est l'axe autour duquel il peut tourner. Et les deux points où cet axe perce la surface de la boule se nomment les pôles : l'un est appelé *pôle nord*, *boréal ou arctique*, et l'autre, *pôle sud*, *austral* ou *antarctique*. Les lignes tracées autour de la terre en passant par les deux pôles

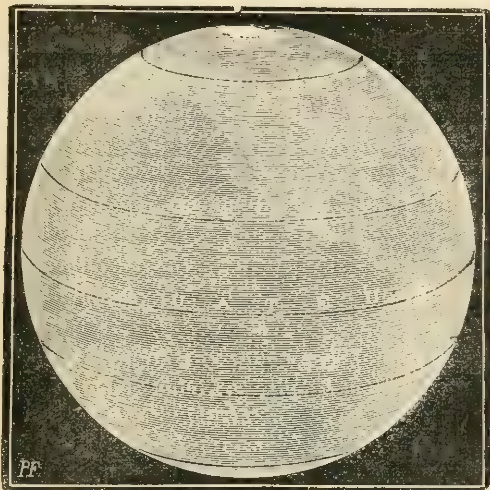


FIG. 101. – Globe sur lequel sont marqués l'équateur, les tropiques et les cercles polaires.

sont des méridiens (fig. 104). On peut en tracer autant que l'on veut. Un méridien divise la sphère en deux hémisphères.

Les espaces situés au-delà des cercles polaires sont appelés les *zones glaciales*. Il y fait très froid, il y a toujours de la glace.

Nous avons ainsi la *zone glaciale du nord* et la *zone glaciale du sud*.

Comme nous l'avons dit en commençant, cela fait cinq zones : *une zone torride*, *deux zones tempérées*, et *deux zones glaciales* (fig. 101).

Cette autre ligne qui coupe tous les méridiens et passe à égale distance des deux pôles, se nomme l'*équateur* (fig. 104). Elle divise la terre en deux hémisphères : l'hémisphère septentrional, ou boréal, ou du nord; et l'hémisphère méridional, ou austral, ou du sud.

On peut encore tracer d'autres lignes autour du globe dans la même direction que l'équateur. On les appelle des *parallèles* (fig. 104).

Au nord et au sud de l'équateur, se trouvent tracés deux parallèles spéciaux appelés *tropiques* (fig. 101 et 104).

La partie de la surface de la terre coupée au milieu par l'équateur et limitée par les deux tropiques constitue une *zone*.

Comme il y fait très chaud, on l'appelle *zone torride*.

Plus près des deux pôles, se voient encore deux parallèles : ce sont les *cercles polaires* (fig. 101).

La surface comprise entre un tropique et un cercle polaire forme aussi une zone. La chaleur y étant tempérée ou moins forte qu'à l'équateur, on dit les zones tempérées, dont l'une appartient à l'hémisphère sud, et l'autre à l'hémisphère nord. Nous habitons cette dernière.

Le jour.

147. — Le soleil, la lune, et tous les astres semblent tourner autour de nous. C'est ainsi que le soleil semble tourner en allant de la partie du ciel nommée *levant* ou *orient*, où nous le voyons apparaître le matin, vers la

partie opposée nommée *couchant* ou *occident*, où il se cache le soir, pour reparaître ensuite le lendemain matin là où il s'était montré la veille, et continuer ainsi indéfiniment ce mouvement.

On désigne ordinairement sous le nom de *jour* ou de *journée* le temps pendant lequel le soleil nous éclaire, depuis son *lever* jusqu'à son *coucher*.

La *nuit* est le temps pendant lequel nous ne le voyons plus, depuis son *coucher* jusqu'à son *lever*.

Ce mouvement n'est point réel; c'est une illusion que nous acceptons comme la réalité. En effet, quand nous sommes en chemin de fer et que le train marche à toute vitesse, il nous semble voir les arbres et les maisons fuir rapidement en sens inverse, pendant que c'est nous qui fuyons.

Eh bien, le véhicule qui nous entraîne dans tous les instants du jour et de la nuit, c'est la terre qui nous emporte avec elle, sans que nous nous en apercevions, dans la rotation qu'elle accomplit sur elle-même en un jour et une nuit.

Or, la durée de la journée varie avec les époques de l'année et les lieux. Dans notre pays, elle est plus grande en été qu'en hiver.

Au contraire, le temps qui s'écoule entre deux levers consécutifs de soleil a toujours à peu près la même durée : aussi a-t-il été adopté dès la plus haute antiquité comme *mesure* du temps; c'est cet espace de temps qui est le *jour*.

Ce *jour*, qui comprend une *journée* et une *nuit*, est celui dont il s'agit quand on dit que la semaine a *7 jours*, que les mois ont *30* ou *31 jours*.

Variation de la durée des jours et des nuits.

148. — A l'équateur terrestre, le jour est égal à la nuit pendant toute l'année, tandis que chez nous cette égalité ne se présente que deux fois par an, vers le 21 mars et le 22 septembre. Ces époques, nommées *équinoxes* sont, la première, le commencement du printemps, et l'autre, le commencement de l'automne.

La durée du jour va en augmentant du 22 décembre jusqu'au 21 juin, où elle atteint son maximum, puis elle diminue jusqu'au 21 décembre, où elle arrive à son minimum.

Ces deux époques sont nommées solstices; la première est le commencement de l'été ou le *solstice d'été*, et la seconde, le commencement de l'hiver, ou le *solstice d'hiver*.

Mais la durée maximum du jour n'est pas la même dans tous les lieux; elle est d'autant plus grande que le lieu est plus éloigné de l'équateur. Ainsi, à Paris, le jour au *solstice d'été* dure seize heures dix-sept minutes; à Saint-Pétersbourg, qui est plus au nord, il atteint une durée de dix-huit heures et demie. Au cercle polaire, qui est encore plus au nord que Saint-Pétersbourg, le jour à l'époque du solstice d'été est de vingt-quatre heures; plus loin il est d'un mois, plus loin encore de deux mois, etc. Au pôle, il est de six mois.

Ces phénomènes se reproduisent de la même manière dans les pays qui sont au sud de l'équateur, mais en sens inverse, c'est-à-dire qu'ils ont les jours les plus courts quand nous avons les plus longs, et réciproquement.

Questionnaire. — 143. D'où la terre reçoit-elle sa lumière? — 144. Que fit Archimède au siège de Syracuse? — 145. Comment divise-t-on la surface de la terre? — 146. Qu'est-ce que l'axe de la terre? — Qu'est-ce que les pôles, l'équateur, les méridiens? Parlez des zones. — 147. Qu'est-ce que le jour? — 148. Comment varient les jours et les nuits?

Trentième leçon.

LES SAISONS. — LES MOIS. — LES PHASES DE LA LUNE. — LE CADRAN SOLAIRE

Les quatre saisons de l'année.

149. — L'année se compose de quatre saisons : le *printemps*, l'*été*, l'*automne* et l'*hiver*. Elle est divisée en douze mois, qui sont : janvier, février, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre.

L'année est encore divisée en cinquante-deux semaines. La semaine se divise en sept jours, et le jour en vingt-quatre heures.

Voici la durée des saisons.

L'hiver commence le 21 décembre et finit le 21 mars de l'année suivante. C'est le 21 décembre que nous avons le jour le plus court de l'année et aussi la plus longue nuit.

Le printemps va du 21 mars au 21 juin.

Les jours sont alors plus longs que les nuits.

Du 21 juin au 21 septembre, a lieu l'été.

Le 21 juin est le jour le plus long de l'année.

Du 21 septembre au 21 décembre, nous avons l'automne, auquel succède l'hiver.

Le 21 mars et le 22 septembre, le jour étant égal à la nuit, on a l'équinoxe du printemps et l'équinoxe d'automne. Nous le savons.

Disons en passant qu'un espace de cinq ans se nomme un *lustre*, et un espace de cent ans, un *siècle*.

Les mois.

150. — Les mois n'ont pas tous la même durée, c'est-à-dire le même nombre de jours. Ce nombre varie de 28 à 31.

Il y a 7 mois de 31 jours, 4 de 30 jours et 1 de 28 ou 29 jours.

Ceux de 31 jours sont : janvier, mars, mai, juillet, août, octobre et décembre.

Ceux de 30 jours sont : avril, juin, septembre et novembre.

Février a ordinairement 28 jours, et 29 tous les 4 ans.

L'année où février a 29 jours est dite *bissextile*. Son nombre est divisible par 4. Les années bissextiles que vous pourrez voir s'écouler seront 1912, 1916, 1920, 1924, 1928, etc.

Pour se rappeler quels sont les mois qui ont 30 ou 31 jours, il y a un moyen pratique. C'est de se servir des doigts de la main, en laissant le pouce de côté.

Les doigts à partir du pouce, sont : l'*index*, le *médius*, l'*annulaire* et le *petit doigt*.

Vous comptez et sur les doigts et entre les doigts en commençant par l'index. Quand vous êtes arrivés sur le petit doigt vous recommencez à l'index. Tous les mois qui tombent sur les doigts ont 31 jours : vous en trouverez deux de suite : sur le petit doigt et sur l'index à la reprise.

Tous les mois qui tombent entre deux doigts, sont de 30 jours, sauf février qui en a 28 ou 29.

La semaine et les phases de la lune.

151. — Vous avez souvent entendu parler de *nouvelle lune*, de *premier quartier de la lune*, de *pleine lune*, de

dernier quartier de la lune. C'est ce qu'on appelle les *phases de la lune.*

La lune tourne autour de la terre en 27 jours 8 heures. Or, il s'écoule environ 7 jours entre deux phases consécu-ives, c'est-à-dire entre la nouvelle lune et le premier quartier, entre le premier quartier et la pleine lune, entre la pleine lune et le dernier quartier, entre le dernier quartier et la nouvelle lune.

C'est cet espace de 7 jours qui constitue la *semaine.*

Mais en réalité, le temps compris entre deux phases est d'un peu plus de 7 jours, il y a un retard des phases de la lune sur les semaines du calendrier.

Pour que chaque phase fût exactement de 7 jours, il faudrait que la lune accomplît sa révolution autour de la terre en 28 jours exactement.

Les saisons sont produites par le mouvement de la terre autour du soleil.

152. — Les saisons sont produites par le mouvement annuel de la terre autour du soleil. Cherchons à nous rendre compte de ce qui se passe.

Servons-nous de notre globe qui représentera la terre, et d'une bougie qui sera le soleil (fig. 102).

Notre globe tout en tournant sur lui-même autour de son axe, tourne autour du soleil (fig. 103).

Ces deux mouvements ont lieu à la fois.

L'axe de la terre n'est ni vertical, ni horizontal. (fig. 104). Il est incliné et conserve toujours la même direction; de sorte que les pôles sont toujours tournés vers les mêmes points du ciel. De cette manière, la terre présente successivement toutes ses parties au soleil. (Suivre sur la figure 103.)

Supposons être au 21 juin, si nous n'y sommes pas en

réalité. Nous sommes au solstice d'été, c'est-à-dire au plus long jour de l'année; le pôle nord de la terre est tourné vers le soleil qui répand alors sa lumière sur les terres

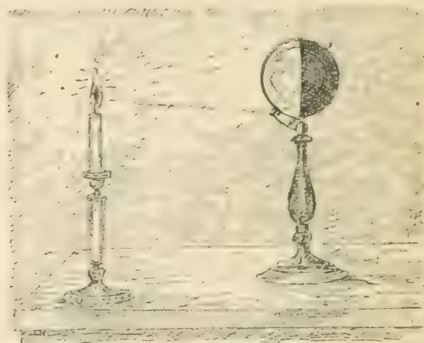


Fig. 102. — Bougie éclairant la moitié d'une sphère.

du pôle. Cette partie de la terre a un long jour de six mois, tandis que l'autre pôle a une longue nuit de même durée.

Trois mois plus tard, vers le 22 septembre, la terre

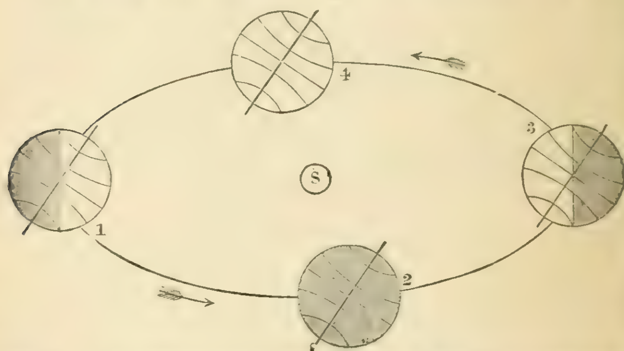


Fig. 103. — Relation de la terre au soleil dans les différentes saisons.
1. Position de la terre au 21 juin : — 2. Position de la terre au 22 septembre ; — 3. Position de la terre au 21 décembre : — 4. Position de la terre au 22 mars.

aura une position telle qu'elle ne présentera aucun de ses pôles au soleil.

Les jours seront égaux aux nuits par toute la terre, et l'on sera à l'*équinoxe* d'automne.

Trois mois plus tard, vers le 21 décembre, la terre présentera au soleil son pôle sud, qui aura à son tour un long jour de six mois, tandis que le pôle nord aura une nuit de même durée.

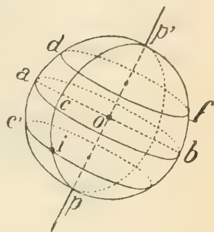


Fig. 104. — Cette figure montre la position de la terre.

p', pôle nord; — p, pôle sud; — a, b, équateur.

Le 21 décembre étant le jour le plus court de l'année, on a le solstice d'hiver.

Enfin trois mois après, vers le 22 mars de l'année suivante, la terre ne présentera plus de nouveau aucun de ses pôles au soleil, qui répandant également sa lumière d'un pôle à l'autre, les jours seront encore égaux aux nuits par toute la terre : ce sera l'équinoxe du printemps.

D'après cela, vous comprenez bien que chaque pôle a, comme nous l'avons dit, six mois de jour et six mois de nuit. Le pôle nord est éclairé depuis l'équinoxe du printemps, le 21 mars, jusqu'au l'équinoxe d'automne, le 22 septembre. Durant les six autres mois de l'année, il a une nuit continuelle. Le contraire a lieu pour le pôle sud.

A l'équateur, les jours sont toujours égaux aux nuits. Remarquez encore que la terre ne décrit pas un cercle parfait dans son mouvement autour du soleil, mais une *ellipse*, ce qui fait qu'elle n'en est pas toujours à égale distance

Cadran solaire.

153. — Le *cadran solaire* (fig. 105) sert à indiquer, par un beau jour de soleil, les heures de la *journée*.

Supposons une table posée bien horizontalement en plein air au soleil, et une tige fine, une aiguille à tricoter par exemple, fixée dedans perpendiculairement.

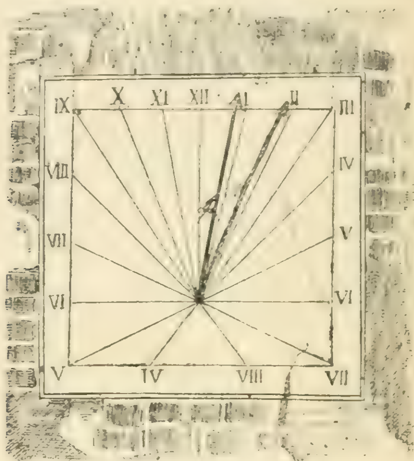


Fig. 105. — Cadran solaire marquant à peu près 2 heures moins un quart.

Que, par une belle journée de soleil, on suive l'*ombre* projetée par l'aiguille. Très longue le matin au lever du soleil, cette ombre diminue peu à peu en pivotant autour du pied de l'aiguille jusqu'à une certaine position, à partir de laquelle elle grandit au contraire jusqu'au soir, au coucher du soleil, en continuant à tourner en sens inverse de la direction du soleil.

Le moment où elle est réduite à sa longueur *minimum*

est évidemment celui où le soleil se trouve à sa plus grande hauteur dans le ciel : ce moment divise en deux parties égales le temps que le soleil met pour aller de son lever à son coucher ; c'est le *milieu du jour*, ou *midi*.

La droite marquée à ce moment sur la surface horizontale de notre table par l'ombre est la ligne de *midi*, allant dans la *direction du sud au nord*.

Traçons-la sur notre table : elle indiquera chaque jour de l'année l'heure de midi si la table n'est nullement déplacée.

Traçons de même sur cette table des lignes suivant l'ombre projetée par l'aiguille aux différentes heures de la journée, et nous aurons un *cadran solaire*, un cadran sur lequel le soleil indiquera les heures grâce à l'aiguille fixe.

Toutes ces lignes étant numérotées comme le cadran d'une horloge ou d'une montre, la lecture des heures en sera facile.

On établit les cadrans solaires sur des tablettes de pierre, recouvrant un mur, ou sur le mur d'une maison.

Si dans une maison un angle est disposé de manière à recevoir les rayons du soleil depuis le lever de cet astre, jusqu'à son coucher, cet angle peut servir à établir un *cadran solaire*.

Il faut alors que l'aiguille soit inclinée sur le cadran, sur le mur.

Questionnaire. — 149. Citez les quatre saisons, les douze mois. Dites la date exacte à laquelle commence chaque saison. — 150. Citez les mois de 31 jours, de 30 jours. Qu'a de particulier le mois de février? Comment savoir quels sont les mois de 31 jours, avec la main? — 151. Parlez des phases de la lune. — 152. Par quoi sont produites les saisons? Parlez de la durée des jours. — 153. Que savez-vous du cadran solaire? Comment l'établir?

Trente et unième leçon.

HORLOGES. — MONTRES. — CALENDRIER

Machines à marquer l'heure.

154. — Aujourd'hui chacun a sa montre dans sa poche ou accrochée d'une manière quelconque, et chaque famille a au moins une pendule à la maison. On peut savoir à tout instant l'heure exacte. Mais il n'en fut pas toujours ainsi.

Cependant il fallait autrefois, comme aujourd'hui, calculer le temps.



Fig. 106. — Sablier.

Bien des siècles avant notre ère, l'astronomie existait en Égypte, et les savants de ces temps reculés avaient déjà déterminé les années, les mois, les jours et les heures.

Aussi fallut-il fixer d'une manière précise et visible telle ou telle heure du jour, telle ou telle partie de la durée du temps.

On inventa donc des machines, d'abord très simples, puis très compliquées.

La première et la plus simple fut le *sablier* (fig. 106), qui, dit-on, fut inventé par les Égyptiens.

On dirait un 8 composé de deux vases, de deux œufs en verre de même capacité communiquant l'un avec l'autre par une étroite ouverture.

Supposez maintenant que le vase supérieur contienne une certaine quantité de sable fin. Ce sable passant par l'ouverture de communication tombera peu à peu dans le vase inférieur : le vase supérieur se vide en un laps de temps déterminé, une minute, un quart d'heure, par exemple.

Tout le calcul consiste donc à calculer la grandeur de l'ouverture et la quantité de sable qu'on doit mettre dans la machine pour que l'écoulement dure un temps déterminé.

Si l'on veut continuer à calculer le temps, il faut renverser le sablier sens dessus dessous au moment où le sable achève de passer de l'étage supérieur dans l'étage inférieur.

Si vieux que soit le *sablier*, il sert encore aujourd'hui à fixer le temps pendant lequel un œuf doit rester plongé dans l'eau bouillante pour être cuit à point *à la coque*.

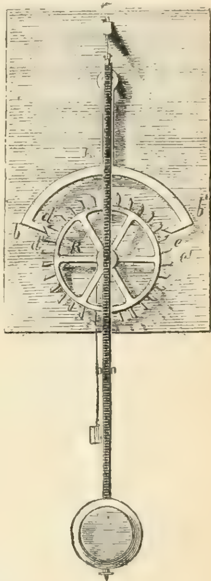


Fig. 107. — Le pendule d'une horloge.

Cette figure montre le mécanisme qui imprime « au balancier » son mouvement régulier de gauche à droite et de droite à gauche.

Les Grecs et les Romains adoptèrent une machine semblable au *sablier*; mais au lieu de sable ils mirent de l'*eau* : ce fut l'*horloge à eau*, ou la *clepsydre*.

Un peu plus tard, des mathématiciens grecs inventèrent le *cadran solaire*, qui existe toujours, quoique imparfait et peu pratique.

Plus tard vinrent les *horloges sonnantes* qu'inventèrent, dit-on, les Arabes. Les historiens disent que Charlemagne en reçut une du célèbre Khalife Haroun-Al-Raschid.

L'*horloge à poids* fut longtemps seule connue ; elle est encore très commune dans les campagnes.

L'*horloge à pendule* ou simplement la *pendule* compte environ deux cents ans d'existence. Elle semble avoir été imaginée par le célèbre astronome Galilée. Mais elle ne fut réellement exécutée que par Huyghens, mathématicien hollandais établi en France.

Elle est caractérisée par un gros *balancier*, qui est le *pendule* (fig. 107).

Tout cela nous a conduit à nos *pendules* de toutes sortes qui ornent nos cheminées, puis aux *montres*.

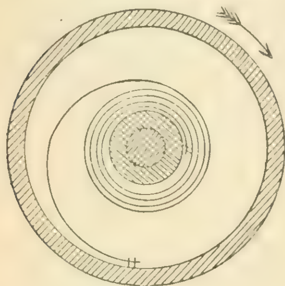


Fig. 108.
Ressort de montre tendu.

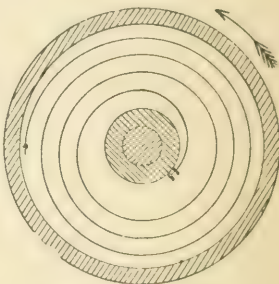


Fig. 109.
Ressort de montre détendu.

De toutes les montres, les plus exactes sont les *chronomètres*, dont on se sert pour la marine et pour les travaux scientifiques.

Marche des aiguilles des pendules et des montres.

155. — Nous ne pouvons pas décrire le mécanisme des pendules et des montres.

Il suffira de dire que la *grande aiguille*, qui marque les *minutes*, fait 24 fois par jour de vingt-quatre heures le

tour du cadran, tandis que la *petite aiguille*, qui *marque les heures*, ne fait que deux fois le tour dans le même temps.

Il faut aussi noter que le *cadran* (fig. 111) est divisé en 12 parties égales ou heures pour la *petite aiguille*, et en 60 parties égales ou minutes pour la *grande aiguille*.

Il y a aussi des montres et des horloges qui marquent sur un *petit cadran* spécial tracé dans le *grand cadran*, les subdivisions de minutes en *60 secondes*; une troisième aiguille parcourt ce petit cadran en faisant un tour par minute, c'est-à-dire 60 tours à l'heure.

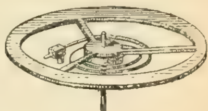


FIG. 110.
Spiral de montre.

L'horloge et la montre sont très compliquées. Les aiguilles sont mises en mouvement par des rouages et des ressorts (fig. 108 et 109).

Le balancier d'une montre marche régulièrement grâce à un fil d'acier enroulé en *spirale* comme les ressorts et appelé *spiral* (fig. 110).

Le calendrier.

156. — On lit souvent, en parlant d'un homme des temps anciens, et même du moyen âge : il naquit vers telle année, il mourut vers telle année; ou bien il naquit sous le règne de tel souverain, etc.

C'est qu'en effet il nous est souvent impossible de savoir les dates exactes de la naissance et de la mort de certains personnages, ou la date de certains événements.

Mais, aujourd'hui, on tient, dans toutes les mairies, des *registres*, dits *registres de l'état civil*, sur lesquels sont consignées, inscrites, toutes les naissances, toutes les morts.

C'est ainsi qu'à votre entrée au lycée il a fallu produire votre *acte de naissance* qu'on a pris à la mairie, sur

lequel il est inscrit qu'un tel est né tel jour, telle année : je suppose le 15 juin 1893, par exemple.

Si aujourd'hui l'un de vos amis meurt, on inscrira à la mairie qu'il est mort le... 12 juin 1909, par exemple.

Mais pour que nous soyons en 1909, il faut que nous partions, en date, d'un événement pour compter ainsi les années.

Si le calcul du temps en années, en mois et en jours, est aussi vieux que la civilisation, la date prise pour *point de départ*, dans la *supputation* des années, a, au contraire, beaucoup varié aux diverses époques de l'histoire. Elle est loin d'être la même chez les différents peuples.

Ainsi, nous autres Français, nous disons que nous sommes aujourd'hui en 1903; mais les Arabes disent qu'ils sont en 1281.

Cette différence vient de ce que nous partons, Français et Arabes, d'une date arbitrairement choisie parmi les événements historiques, et qui n'est pas la même pour les deux peuples.

Sachez qu'on appelle *ère*, l'époque fixe d'où les hommes commencent à compter les années.

Voilà comment l'*ère chrétienne*, d'après laquelle nous comptons, diffère de l'*ère musulmane*, d'après laquelle comptent les peuples de l'Orient, les *musulmans*.

Les principales *ères* de l'antiquité étaient celles de la *Grèce* et de *Rome*.

Les chrétiens en adoptèrent une nouvelle qui eut pour point de départ la naissance de Jésus-Christ, et qui s'est maintenue en *Europe* et chez les *peuples chrétiens*.

Ainsi en disant que nous sommes en 1903, c'est comme si nous disions qu'il y a 1903 ans que naquit le Christ.

Les peuples de l'Orient et d'une partie de l'Afrique ont adopté pour point de départ une autre date, celle de

l'*hégire*, qui se place en l'an 622 de l'*ère chrétienne*, c'est-à-dire 622 ans après la naissance de Jésus-Christ.

L'*hégire* rappelle aux musulmans la fuite du prophète Mahomet, qui abandonna la *Mecque*, sa ville natale, en Arabie, pour aller commencer une guerre, qui fut la guerre sainte de ces peuples.

Avant l'*ère chrétienne*, les *Juifs* avaient leur calendrier, et 46 ans avant cette même *ère*, *Jules César* fit une réforme du *calendrier romain* : ce fut la *réforme julienne*. Le *calendrier* institué sur ces bases, encore en usage aujourd'hui chez les Grecs et chez les Russes, a été appelé le *calendrier julien*.

Le pape Grégoire XIII réforma en 1582 le *calendrier julien*, et l'on eut le *calendrier grégorien*.

La dernière réforme tentée à propos du *calendrier* fut celle qui fixait le commencement d'une nouvelle *ère* au *22 septembre 1792, jour de la proclamation de la première République française.*

Le *calendrier romain* avait subi, au moyen âge, une autre modification.

Le *1er janvier* cessa de marquer le commencement de l'année.

Sous les rois mérovingiens, on adopta le *1er mai*, date où les rois francs se préparaient d'ordinaire à entrer en campagne.

Sous les rois carlovingiens, *l'année commença le jour de Noël*. Sous les Capétiens, *elle commença le jour de Pâques*.

Plus tard, le roi Charles IX ordonna que le *1er jour de l'année* serait comme autrefois le *1er janvier*, et cet édit, daté de 1563, est toujours en vigueur.

Manière de lire l'heure sur le cadran d'une horloge ou d'une montre.

157. — Un cadran porte deux *aiguilles* : la *grande* et la *petite*.

Nous savons quelle est leur marche à toutes les deux, et ce que marque chacune d'elles.

Examinons-les à différentes heures, à différents moments de la journée ou de la nuit, et nous apprendrons à *lire l'heure*.

Pour cela servons-nous d'un grand cadran sur lequel nous pouvons à volonté faire manœuvrer les *deux aiguilles*, et remarquons qu'elles se commandent l'une l'autre : si, par exemple, on pousse la *grande*, la petite se meut

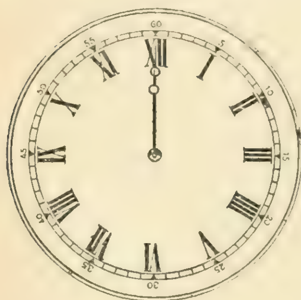


Fig. 111.
Cadran marquant midi ou minuit.

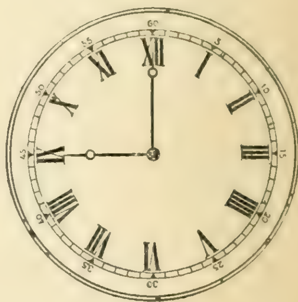


Fig. 112.
Cadran marquant 9 heures.

aussi dans la même direction et dans les conditions voulues, c'est-à-dire qu'elle parcourt un trajet douze fois moins long que celui parcouru par la grande.

Ainsi, quand les deux aiguilles seront l'une sur l'autre,

et sur *midi*, il sera *midi* : la même chose aura lieu à *minuit* (fig. 111).

Quand la grande sera sur *midi* et la petite sur six

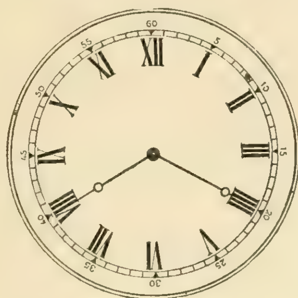


Fig. 113. — Cadran marquant 8 heures 20 minutes.

heures, elles seront dans le prolongement l'une de l'autre : il sera 6 heures (fig. 114).

D'ailleurs, chaque fois que la grande aiguille sera sur

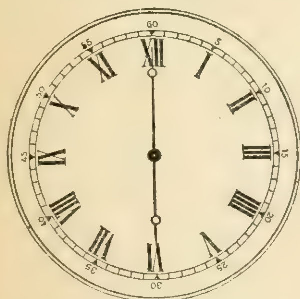


Fig. 114.
Cadran marquant 6 heures.

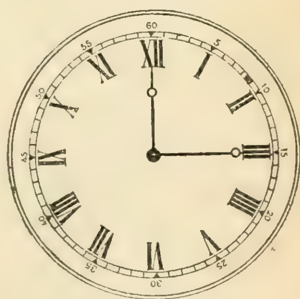


Fig. 115.
Cadran marquant midi un quart.

midi, la petite sera sur la division de l'heure qu'elle marquera, de l'heure qu'il sera à ce moment-là.

Et chaque fois que la grande aiguille sera sur six heures, la petite sera à moitié chemin de l'heure qui s'écoule à l'heure suivante la plus proche.

Lorsque la grande aiguille est sur trois heures, il est l'heure indiquée par la petite plus un quart d'heure (fig. 115). Et lorsque la grande aiguille est sur neuf heures, il est un quart d'heure avant l'heure que marquera bientôt la petite.

En général on énonce la dernière heure écoulée en la faisant suivre du nombre de minutes qui se sont écoulées après cette heure.

C'est ainsi qu'on dit, par exemple : 8 heures 5 minutes, 8 heures 10 minutes, 8 heures 15 minutes ou 8 heures un quart; 8 heures 20 minutes, 8 heures 30 ou 8 heures et demie; 8 heures 35, 8 heures 45 ou 8 heures trois quarts.

Cependant la demie passée, on énonce souvent l'heure sur laquelle on avance, en lui retranchant les minutes qui doivent s'écouler avant d'arriver à cette heure.

C'est ainsi qu'au lieu de dire 7 heures 35 minutes, on dira aussi 8 heures moins 25 minutes; au lieu de 7 heures trois quarts, on dira 8 heures moins un quart.

Nous terminons ici nos *Leçons de choses*. Puissiez-vous en retirer quelque fruit, avoir appris à observer, à réfléchir, pour devenir des hommes utiles à notre chère Patrie!

QUESTIONNAIRE. — 154. Qu'est-ce que le sablier, la clepsydre? — 155. Que savez-vous de la marche des aiguilles des montres et des horloges? — 156. Qu'est-ce que le calendrier? Qu'appelle-t-on ère? Quelles ères connaissez-vous? — 157. Comment lit-on l'heure? Indiquez la place des aiguilles à différentes heures.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

LES COMBUSTIBLES

PREMIÈRE LEÇON

DEUXIÈME LEÇON

TROISIÈME LEÇON

QUATRIÈME LEÇON

CINQUIÈME LEÇON

SIXIÈME LEÇON

SEPTIÈME LEÇON

HUITIÈME LEÇON

DEUXIÈME PARTIE

LES MÉTAUX USUELS

NEUVIÈME LEÇON

DIXIÈME LEÇON

ONZIÈME LEÇON

DOUZIÈME LEÇON

TREIZIÈME LEÇON

QUATORZIÈME LEÇON

QUINZIÈME LEÇON

TROISIÈME PARTIE

MOYENS DE TRANSPORT
VOIES ET MOYENS DE COMMUNICATIONS

SEIZIÈME LEÇON

DIX-SEPTIÈME LEÇON

DIX-HUITIÈME LEÇON

DIX-NEUVIÈME LEÇON

VINGTIÈME LEÇON

VINGT ET UNIÈME LEÇON

VINGT-DEUXIÈME LEÇON

VINGT-TROISIÈME LEÇON

QUATRIEME PARTIE

DIVISION DU TEMPS

829-08. — Coulommiers. Imp. PAUL BRODARD. — P 9-08.



M. POIRET. REL.